

# The Vertical Farm

– varför har idén uppkommit och hur är den tänkt att fungera?



Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap  
Område Landskapsarkitektur, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) Alnarp  
Landskapsarkitektprogrammet

**Erik Fälth**  
2011-05-20

SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet  
Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap  
Område Landskapsarkitektur

**Författare:** Erik Fälth

**Titel:** The Vertical farm – varför har idén uppkommit och hur är den tänkt att fungera?

**Title:** The Vertical farm – why has the idea arisen and how is it meant to operate?

**Nyckelord:** vertikal odling, jordbruk, matproduktion, urban odling, hydroponisk, Despommier, Vertical farm, farming, klimatförändring, hållbarhet

**Handledare:** Marie Larsson, Område Landskapsarkitektur, SLU Alnarp

**Examinator:** Allan Gunnarsson, Område Landskapsutveckling, SLU Alnarp

**Kurstitel:** Kandidatexamensarbete i Landskapsarkitektur

**Kurskod:** EX0649

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Serienamn:** Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2011

**Program/utbildning:** Landskapsarkitektprogrammet

Framsidas bild (Figur 1): Vertical Farm (Skiss: Erik Fälth, 2011)

## Sammandrag

Genom en fördjupning i matproduktionens situation idag och en historisk studie i hur utvecklingen har lett oss hit, har denna uppsats som målsättning att inledningsvis diskutera huruvida dagens sätt att bedriva jordbruk är applicerbart i en hållbar framtid. Uppsatsen har även som målsättning att studera visionen *Vertical farming* som ett alternativt tillvägagångssätt och belysa olika aspekter av detta fenomen för att kunna ge en så allsidig bild som möjligt.

Arbetet syftar således till att vidga vyerna för alternativa tillvägagångssätt gällande en väl inarbetad metod som vi ofta tar för given. Syftet är också att väcka en diskussion kring behovet av att även ta radikala idéer i beaktande för att kunna möta framtiden på ett hållbart sätt.

Metoden utgörs av kvalitativa litteraturstudier där vetenskapliga artiklar och skrifter har använts för att kunna diskutera frågeställningen; varför har idén om *Vertical farming* uppkommit, vad är *Vertical farming* och hur är den vertikala odlingen tänkt att fungera? Har *Vertical farming* en plats i den hållbara staden i framtiden?

Länge levde vi människor som ett med naturen, i en symbios där vi gav och tog som en fungerande del av ett ekosystem.

När vi fann odlingskonsten och blev bofasta var det startskottet för civilisationen och människan började öka i antal, vilket har krävt en mer och mer utvidgad landareal för odling.

Idag odlar vi på den större delen av den odlingsbara yta som finns på planeten och befolkningen fortsätter öka i allt snabbare takt.

Jordbrukets påverkan på miljön är stor. Förlust av naturliga ekosystem, genom avskogning är ett exempel. Ödeläggande av vattendrag och marina ekosystem, genom övergödning är ett annat. Konsekvenserna är påtagliga även för människan då miljarder idag är utan säkert dricksvatten. Forskarvärlden varnar för att de långsiktiga konsekvenserna blir värre, både för människa och miljö.

En vision som säger sig kunna vända dessa mörka framtidsutsikter är *Vertical farming*, som förenklat innebär att istället för att breda ut åkerlappar över klotet likt tillvägagångssättet idag, så finns alternativet att stapla de på varandra. Detta ska möjliggöras genom byggandet av omfattande växthus i urbana områden.

Den huvudsakliga policyn för idén är ”do no harm” (Despommier, 2009) och målet med visionen är att på ett hållbart sätt kunna förse en ökande population med mat i framtiden.

Innovationen ska leda till minimering av mattransporter världen över, ett stopp för avskogning samt en möjlighet för nuvarande åkermark att återgå till sin naturliga karaktär som skog eller gräsland, med de kolfixerande ekosystemtjänster de bidrar med.

Ny teknik ska effektivisera odlingen till maximal avkastning per ytenhet. Den vertikala odlingen ska förse stadens befolkning med den nödvändiga födan, samtidigt som den i egenskap av ett integrerat system i den hållbara staden ska inkorporera både vattenrening och avfallshantering.

En undersökning av *Vertical farming* ur ett hållbarhetsperspektiv har åskådliggjort många starka argument för visionen men också flera svårigheter och frågetecken som måste rätas ut för ett eventuellt förverkligande. För att den vertikala odlingen ska lyckas behöver den vara så energineutral som möjligt. Teknologiska genombrott inom avfallshantering, vattenrening och belysning är essentiella för en ljus framtid för visionen. En tydlig ekonomisk och social plan är också av största vikt för en möjlig implementering.

Den vertikala odlingens symbolvärde kan dock visa sig vara värdefullt i en tid då fler och fler inser behovet av en ny grön revolution.

## Abstract

By immersion in the situation of the food production today and a historical study of how past development has led us to this point, one goal of this essay is to discuss whether the current way of farming can be applied in a sustainable future. Another objective of the essay is to study the vision Vertical farming as an alternative approach, and to focus on different aspects of this phenomenon in order to provide as comprehensive a picture as possible.

The paper, thus, seeks to broaden the views for alternative approaches regarding a well-established method which we often take for granted. The aim is also to initiate a discussion around the need to also take radical ideas in regard if we want to face the future in a sustainable manner.

The method is a qualitative literary study where scientific articles and papers have been used to discuss the issues: why has the idea of Vertical farming arisen, what is Vertical farming and how is the Vertical Farm meant to operate? Does Vertical farming have a place in the sustainable city of the future?

For a long time us humans lived as one with nature, in a symbiotic relationship in which we gave and took as a functioning part of an ecosystem.

When we invented agriculture and became permanent residents, it was the start of civilization and humans began to increase in number, which has demanded more and more land area for cultivation.

Today we incubate the majority of the arable land available on the planet and the population continues to increase at an accelerating rate.

Agriculture's impact on the environment is vast. Loss of natural ecosystems through deforestation is one example. The destruction of rivers and marine ecosystems through eutrophication is another. The implications are obvious even to man when a billion people today are without safe drinking water. The scientific community warns that the long-term consequences are worse, both for man and environment.

One vision that claims to be able to turn these dark prospects is Vertical farming, which simplified means that instead of spreading patches of farm land over the globe like the approach today, there is the option to stack them upon each other. This will be enabled through the construction of extensive greenhouses in urban areas.

The main policy of the idea is "Do No Harm" (Despommier, 2009) and the goal of the vision is to provide a sustainable way to feed a growing population in the future.

The innovation is supposed to lead to the minimization of food shipments worldwide, an end to deforestation and an opportunity for current farm land to return to its natural character as forest or grassland, with the carbon sequestering ecosystem services they provide.

New technology will streamline the cultivation to maximum yield per area unit. The Vertical Farm will supply the city's population with the necessary nourishment and at the same time, as an integrated system in the sustainable city, incorporate both water and waste management.

A survey of Vertical farming in terms of sustainability has shown many strong arguments for the vision but also many difficulties and questions that need to be straightened out for a possible realization of the vision. A key for the Vertical Farm to succeed is the need to get as close to energy-neutral as possible. Technological breakthroughs in waste management, sanitation and lighting are essential for a bright future for the vision. An explicit economic and social plan is also essential for a possible deployment.

The symbolic value of the Vertical Farm may prove to be precious at a time when more and more people realize the need for a new green revolution.

## **Förord**

Jag vill tacka Marie Larsson för ett mycket engagerande handledande och många givande diskussioner. Det har varit ett nöje hela vägen!

Jag vill också tacka Jens Thulin för det stabila bollplank han har utgjort under skrivprocessen och Pernilla Andersson för många bra tips och träffsäkra kommentarer.

Tack till Ida Jakobsen som efter att ha läst ingressen sa att hon verkligen ville läsa resten av uppsatsen.

Slutligen vill jag tacka mina föräldrar för miljöombyte och tillhandahållande av ett andra kontor vid havet denna vår. Det har varit ovärderligt!

Erik Fälth, Lund 2011-05-13

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Erik Fälth', with a stylized, cursive script.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammandrag	3
Abstract	4
Förord	5
<b>Figurförteckning</b>	<b>7</b>
<b>1. Inledning</b>	<b>8</b>
1.1. Bakgrund	8
1.2. Mål och Syfte	9
1.3. Material och Metod	9
1.4. Avgränsningar	9
1.5. Termer och begrepp	9
<b>2. <i>Vertical farming</i></b>	<b>11</b>
2.1. Varför har idén uppkommit?	11
2.1.1. Odlingshistorik	11
2.1.2. Ökande befolkning	11
2.1.3. Odlingssituationen idag	13
2.1.4. Reflektioner	14
2.2. Introduktion till <i>Vertical farming</i>	15
2.2.1. Ny teknik, nya möjligheter	17
2.2.2. Design, en del av staden	20
2.2.3. Reflektioner	24
2.3. <i>Vertical farming</i> och hållbarhet	25
2.3.1. Ett ekologiskt perspektiv	26
2.3.2. Ett ekonomiskt perspektiv	29
2.3.3. Ett socialt perspektiv	32
2.3.4. Reflektioner	33
<b>3. Diskussion och slutsats</b>	<b>35</b>
3.1. Angående klimathotet	35
3.2. Har <i>Vertical farming</i> en plats i den hållbara staden i framtiden?	35
3.2.1. <i>Vertical farming</i> som symbol	36
3.2.2. Vem skulle vinna på en implementering och var börjar det?	37
3.3. Slutsats	40
3.4. Avslutande reflektioner	40
<b>4. Referenser</b>	<b>41</b>
4.1. Tryckta källor	41
4.2. Elektroniska källor	42
4.3. Opublicerade källor	42

## Figurförteckning

Figur 1. Vertical Farm (Skiss: Erik Fälth, 2011)

Figur 2. Exponentiell tillväxt av den mänskliga populationen och hur kurvan flackar ut. (Bild ur Carl Sagans bok *Billions and billions* (1997, sid. 20). Utgiven i New York av Random House Inc.)

Figur 3. Vertical Farm (Skiss: Erik Fälth, 2011)

Figur 4. Hydroponisk salladsodling. (Foto: Ryan Somma (1980), CC BY-SA 2.0. [online] Tillgänglig: <http://flickr.com/photos/14405058@N08/2551791959> [2011-05-12])

Figur 5. Matträdgårdar, kanaler och *Vertical Farms* för *Shanghai Sustainable Masterplan*. (Design: Except Integrated Sustainability (2010), CC BY-SA 2.0. [online] Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/34167678@N00/4589516102/in/photostream/> [2011-05-12])

Figur 6. Företaget Valcents rörliga VertiCrop-system för maximal fördelning av ljus vid inomhusodling. (Foto: Valcenteu (2010), CC BY-SA 2.0. [online] Tillgänglig: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:VertiCrop.jpg> [2011-05-12])

Figur 7. Sammansatt bild som visar olika *Vertical Farm*-designer. (Design: Chris Jacobs, Gordon Graff och SOA ARCHITECTES (2010), CC BY-SA 2.0. [online] Tillgänglig: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vertical\\_farms.jpg#Licensing](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vertical_farms.jpg#Licensing) [2011-05-12])

Figur 8. Gård och park i anslutning till en *Vertical Farm*. (Design: Except Integrated Sustainability (2010), CC BY-SA 2.0. [online] Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/34167678@N00/4589482898/sizes/l/in/photostream/> [2011-05-12])

Figur 9. Babylons hängande trädgårdar, ett av världens sju underverk. (Målning: Martin Heemskerck (1600-talet), Foto: Carla216 (2006), CC BY 2.0. [online] Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/hauntedpalace/232968544/> [2011-05-12])

Figur 10. Algbloomning orsakad av övergödning i Azovsjön. (Foto: NASA, tillhörande eutrophication&hypoxia (2010) CC BY 2.0. [online] Tillgänglig: <http://www.flickr.com/photos/48722974@N07/4857668076/> [2011-05-12])

# 1. INLEDNING

## 1.1. Bakgrund

Vi lever i en värld och i en tid där vi hela tiden hör varningar gällande klimatförändring. Klimatdebatten och begrepp som växthuseffekt har följt mig genom hela min uppväxt och genomsyrat mitt vuxna liv, vilket har satt stor prägel på min världsuppfattning. Det kan liknas vid att växa upp i ett slags "lugnet före stormen". På TV och i pressen höjer många av våra främsta forskare, nästan dagligen varnande fingrar om en annalkande katastrof. Nu talar vi inte om den typen av katastrofer som slår ut en stad eller ett land, utan en global katastrof.

När jag första gången fick upp ögonen för att världens jordbruk ligger bakom en stor del av denna omtalade klimatförändring, liksom människans förgiftning av miljön, var det omskakande. Det är ju ett faktum att vi blir fler och fler hela tiden och alla måste ha mat.

Artiklar jag läst kring matproduktionens svårighet att i framtiden möta planetens ständigt ökande befolkning, har öppnat mina ögon för hur stort och viktigt detta problem är.

I *Science Magazine*-artikeln *Forecasting Agriculturally Driven Global Environmental Change* presenterar David Tilman et al. (2001) en prognos för hur brukandet av mark, för föda, kommer att påverka det globala klimatet fram till år 2050. Despommier (2009) konstaterar i artikeln *The Rise of Vertical Farms* att vi idag, globalt odlar på en yta som motsvarar Sydamerika och Tilman et al. (2001) menar att vi år 2050 kommer att behöva addera ett område större än USA till detta. Dessa siffror är framtagna med utgångspunkt i en väntad befolkningsökning utifrån studier av de senaste 100 årens siffror. Detta, konstaterar författarna, är inte hållbart då bristen på brukningsbar jord redan är stor på planeten. Jordbruket måste alltså revolutioneras för att vi ska kunna möta framtiden på ett hållbart sätt (Tilman et al. 2001).

"While no one questions the value of farming in getting us to this point in our evolutionary history, even our earliest efforts caused irreversible damage to the natural landscape, and are so wide-spread now that it threatens to alter the rest of the course of our life on this planet" (Despommier & Ellingsen, 2008, sid. 26)

Så inleder Dickson Despommier och Eric Ellingsen (2008) sin artikel *The Vertical Farm*, där de båda framhåller argument för varför vi måste få igång ett nytt sätt att tänka när det gäller odling. Despommier och Ellingsen säger sig ha svaret på detta problem och lösningen ligger i den radikala och futuristiska idén om *Vertical farming*.

Despommier och Ellingsen (2008) hävdar att vi bör gå ifrån gamla metoder och att odlingen bör flyttas in till urbana områden och bedrivs inomhus i skyskrapor. *Vertical farming*, som upphovsmannen till idén Dickson Despommier (2009) visar upp den, är en alternativ utväg till hur vi kan bedriva odling i framtiden.

Varför har idén om *Vertical farming* uppkommit, vad är *Vertical farming* och hur är den vertikala odlingen tänkt att fungera? Har *Vertical farming* en plats i den hållbara staden i framtiden?

Detta är en frågeställning som intresserar mig ur flera aspekter. För det första är det ett mycket intressant och ganska radikalt tänkande och jag vill framhålla att den här sortens idéer kan vara vad som behövs för att möta de klimatförändringar vi står inför.

Landskapsarkitektoniskt är det också spännande med en vision om hela kvarter avsatta för odling, på platser som centrala New York, liksom en möjlighet för mig att få en rejäl inblick i olika aspekter av det ämne jag valt att fortsätta min utbildning inom; hållbar stadsutveckling.



## 1.2. Mål och Syfte

Uppsatsens mål är en utredning som belyser visionen *Vertical farming* som idé och de eventuella fördelar och nackdelar en sådan här lösning skulle kunna innebära. Jag vill ge en så allsidig bild som möjligt av visionen om den vertikala odlingen och belysa olika aspekter av detta fenomen.

I målet ingår också en fördjupning i matproduktionens situation idag, hur utvecklingen har lett oss hit samt ett utredande om huruvida dagens tillvägagångssätt är applicerbart i en hållbar framtid.

Syftet med detta arbete är att vidga vyerna för alternativa tillvägagångssätt gällande en väl inarbetad metod som vi ofta tar för given. Syftet är också att väcka en diskussion kring behovet av att även ta radikala idéer i beaktande för att kunna möta framtiden på ett hållbart sätt.

## 1.3. Material och metod

Metoden är en kvalitativ litteraturstudie och ett källkritiskt analyserande av de vetenskapliga artiklar och skrifter som utgjort mitt material. Enligt Patel & Davidsson (2003, sid. 14) innebär ett kvalitativt tillvägagångssätt användandet av ett selektivt utvalt material som t.ex. inriktar sig på tolkande analyser av litteratur.

Jag har dels studerat artiklar rörande jordbrukets framtid kontra ökad befolkning och dels artiklar rörande *Vertical farming*. Med avsikt att fördjupa min förståelse för den vertikala odlingens möjligheter har jag studerat skrifter kring den nya teknik som denna är tänkt att använda sig av. För att inledningsvis ge en bakgrund till varför jordbruket ser ut som det gör idag, har jag även studerat litteratur som berör jordbrukets utveckling.

## 1.4. Avgränsningar

Arbetets fokus är att undersöka *Vertical farming* som idé. Det hade varit mycket intressant att titta närmare på olika idéer (t.ex. andra typer av *urban farming*, takträdgårdar, *community gardening*, genmodifiering etc.) och jämföra dessa, men detta rymmer inte inom föreliggande arbete.

## 1.5. Termer och begrepp

### *Vertical Farm, Vertical farming eller vertikal odling*

Genomgående i denna uppsats avser jag inomhusodling i stora växthus när jag skriver om *Vertical Farm, Vertical farming* eller vertikal odling. Begreppen avser visionen, i Dickson Despommiers (2009) form, om att stapla odlingar ovanpå varandra i gigantiska växthus, ofta konceptuellt i formen av skyskrapor. Odlingen bedrivs alltså horisontellt på ett stort antal på höjden lagrade plan. Ska ej förväxlas med väggodling som bedrivs på en vertikal yta.

### *Hållbar utveckling*

Hållbar utveckling definieras enligt Bruntlandkonventionen 1987 enligt följande:

”[...] sustainable development [...] implies meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs [...]” (UN-Document’s hemsida [online], 1987)

## ***Ekosystemtjänster***

Ekosystemtjänster definieras enligt Nasi et al. (2002, sid. 2) som de produkter av ekosystemets funktioner som är till fördel för oss människor. Några exempel på sådana är bättre fiske och jakt, renare vatten, minskad global uppvärmning, skapande av säkrare eller mindre känsliga områden för naturkatastrofer och produktivare jord.

## ***Kolfixering***

Alla växter fixerar och lagrar kol genom fotosyntes, vilket är en viktig ekosystemtjänst enligt definitionen ovan då detta minskar global uppvärmning genom en reduktion av koldioxid i atmosfären. Vid fotosyntesen delar växten upp koldioxidmolekylen i beståndsdelarna kol och syre. Syret ges tillbaka för oss att andas och kolet binds i växten.

Calvincykeln är den kolfixeringsmekanism som dominerar stort när det gäller den globala kolfixeringen. Detta är den mekanism som bl. a. alla växter använder sig av (Sörensson, 2008)

## ***Dvärgplantor***

Mutation av planta vilket ger en mindre växt. Gener för dvärgväxt finns i alla växter och genom att lokalisera dessa kan betydligt mer platseffektivt växtmaterial avlas fram för odling (Bugbee, 1999).

## ***Svart och grått vatten***

Svart vatten, eller avloppsvatten avser den blandning av urin och fekalier som följer med spolvatten. Gråvatten är ett samlingsord för bad-, dusch-, disk- och tvättvatten som släpps ut från t.ex. bostadshus (Folke Günthers hemsida [online], 2006).

## ***Biosfär***

Biosfären är summan av alla jordens ekosystem och syftar på det tunna skikt av atmosfär som hyser allt biologiskt liv på jorden (Wikipedia [online], 2011).

## 2. VERTICAL FARMING

### 2.1. Varför har idén uppkommit?

#### 2.1.1. Odlingshistorik

För omkring 10 000 år sedan började grupper av människor i flera områden av världen att överge sina liv som jägare och samlare, ständigt sökandes efter föda. Detta hade varit en universell och framgångsrik livsstil som i stort sett varit oförändrad i årtusenden. Nu började människan i stället att samla in grödor för att odla och vi bosatte oss runt våra nya åkerlappar med växande spannmål. Så småningom börjar vi även tämja och hålla djur för köttproduktion och mjölk. Djuren användes också för arbete vid odlingen och gav även tillgång till skinn och andra material (Wadley & Martin, 1993).

Greg Wadley & Angus Martin (1993), författarna till artikeln *The origins of agriculture? a biological perspective and a new hypothesis*, menar att om det gjordes en lista över de egenskaper som definierar människan som art, så hade förmodligen odling toppat denna. Som vi ser på oss själva lyfter vi ju gärna fram våra framsteg inom teknik, konst och medicin, men Wadley & Martin menar att alla dessa framsteg stammar ur upptäckten av jordbruket. I princip alla människor på jorden föds av jordbruket idag, så när som på några kvarvarande stammar av jägare-samlare.

Det ursprungliga lantbruket bestod främst av spannmål, såsom vete och korn. Det uppstod först i Mellanöstern men spred sig snabbt till övriga delar av västra Asien, Egypten och Europa. Odling av fruktträd började först 3000 år senare, även detta i Mellanöstern, och vid samma tidpunkt (för ca. 7000 år sedan) började människor odla ris i Asien. Grönsaker och andra grödor följde sedan på detta (Wadley & Martin, 1993).

Wadley & Martin (1993) beskriver vidare hur upptäckten av odlingskonsten ganska snart kom att föda civilisationen. Civilisationen tog sitt första trevande steg då storleken på den befolkning som levde i samlade enheter började öka. Människorna hade under sin tid som jägare-samlare levt i enheter på omkring 20 närstående individer. När människorna, genom jordbruket blev bofasta, kunde de första jordbrukssamhällena husera mellan 50 och 200 individer. De tidiga städerna hade sedan en befolkning på 10 000 eller mer.

Inom några få tusen år efter uppkomsten av jordbruk, hade så jägare-samlarnas sätt att se på social organisation börjat tänkas om. Stora, hierarkiskt organiserade samhällen utvecklades, först byar och sedan städer. Det födosökande levernet var nu till ända med dess kortsiktiga mål och belöningar. Uppkomsten av civilisationen innebar uppkomsten av staten och därigenom socioekonomiska klasser (Wadley & Martin, 1993).

#### 2.1.2. Ökande befolkning

I sin sista bok *Billions and billions* tar Carl Sagan (1997), professor i astronomi och rymdvetenskap samt direktör på laboratoriet för planetstudier på Cornell University, upp ämnet befolkningsökning. Sagan (1997, sid. 19) menar att exponentialfunktioner är den centrala idén bakom planeten jordens ökande population.

Jag vill här först med hjälp av ett av Sagans exempel reda ut begreppet exponentialfunktioner och då framförallt exponentiell tillväxt. Ta det enkla fallet med en bakterie som reproducerar sig genom att dela sig själv i två. Efter ett tag så delar även de två dotterbakterierna sig. Så länge det finns tillräckligt med mat, och miljön kring bakterierna är giftfri, fortsätter bakteriekolonin att växa exponentiellt. Under väldigt gynnsamma förhållanden kan det ske en fördubbling var femtonde minut. Detta innebär 4 fördubblingar på en timme och 96 fördubblingar på ett dygn. Trots att en bakterie väger ca. 1 triljondels gram, kommer en sådan koloni efter ett dygns vilt reproducerande att väga lika mycket som ett berg. (Vad ett berg väger är relativt men poängen är att det väger mycket.) Efter ett och ett halvt

dygn kommer de tillsammans att väga lika mycket som jorden och efter 2 dygn, lika mycket som solen (Sagan, 1997, sid. 17).

En sådan sekvens av nummer (1, 2, 4, 8, 16, 32... osv.), där varje siffra är en fast multiplicering av den tidigare, kallas en geometrisk talföljd och processen kallas exponentiell tillväxt.

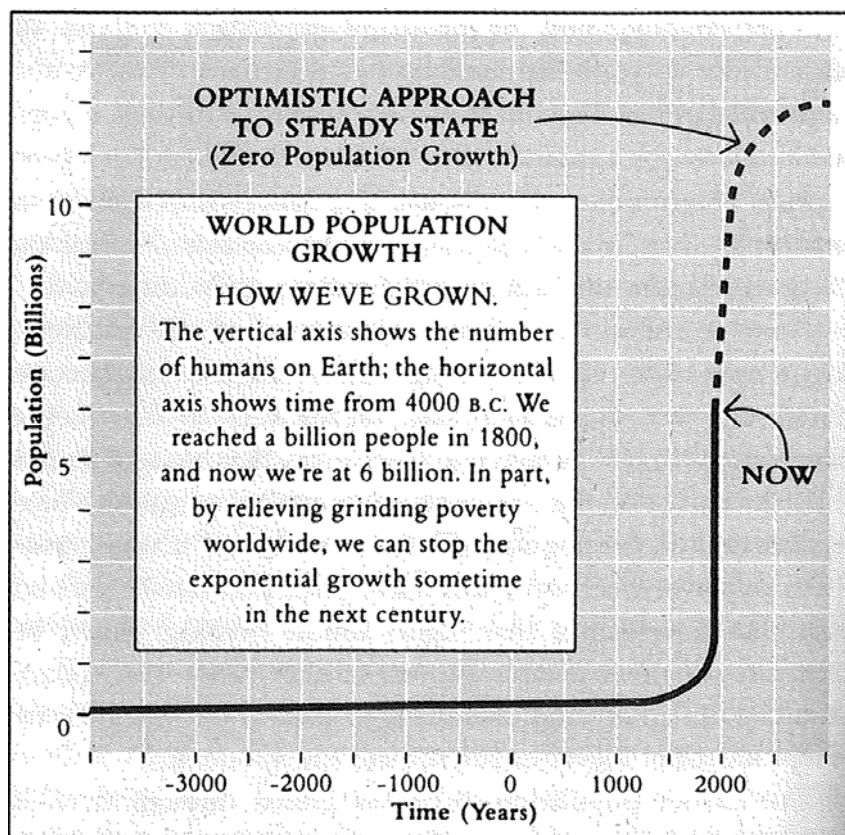
Sagan (1997, sid.17) konstaterar att teorin med bakterierna inte är en särskilt glad utsikt men tröstar med att något sådant här aldrig händer. Exponentiell tillväxt av det här slaget stöter alltid på något hinder på vägen. Bakterierna kommer att få slut på föda eller förgifta varandra.

Hur skulle då detta tänk kunna appliceras på fallet med jordens befolkningsökning? Om vi återgår till människans historia kan vi konstatera att vi under den allra största delen av vår tid på jorden haft en stabil population. Vi har haft ett så kallat *steady state*, eller "noll populationsökning" där antalet födselar och dödsfall hade en nästan perfekt balans (Sagan 1997 sid. 19).

Efter att vi uppfann jordbruket började dock den mänskliga populationen att öka och vi gick in i en exponentiell fas som är mycket långt från ett *steady state*. Just nu sker en fördubbling av den mänskliga populationen vart fyrtionde år. Sagan (1997 sid. 21) noterar vidare med enkel matematik att dagens 6 miljarder innevånare, genom exponentiell tillväxt, kommer att ha ökat till 12 miljarder om 40 år och 48 miljarder om 120 år.

Ingen tror att jorden kan försörja så många människor. Därför är Sagan övertygad om att vi långsamt närmar oss ett nytt *steady state*, eftersom det ju måste hända, och menar att många länder redan har nått ett stadium där den exponentiella tillväxten har avtagit. Sagan (1997, sid. 21) fortsätter med att fastslå att det finns ett tydligt samband mellan fattigdom och befolkningsökning. Vi står nu i ett vägskäl där vi kan välja mellan att själva göra någonting åt situationen eller att passivt se på medan naturen gör det åt oss.

Nedan ses Sagans optimistiska kurva för hur vi skulle kunna uppnå ett nytt *steady state*.



Figur 2. Exponentiell tillväxt av den mänskliga populationen och hur kurvan flackar ut. (Bild ur Carl Sagans bok *Billions and billions* (1997, sid. 20))

Nikos Alexandratos (1995) hänvisar i sin rapport *World Agriculture: Toward 2010* till FNs befolkningsbedömning när också han behandlar ämnet befolkningsökning. Han skriver att världens population för bara 46 år sedan (1965), var 3 miljarder. År 1992 hade den ökat till 5,5 miljarder.

Alexandratos berättar vidare att det under denna period också har skett en ständig ökning av den årliga tillväxten. 1960-1965 kunde det adderas 63 miljoner människor till världens befolkning varje år. Den årliga ökningen steg till 72 miljoner på tidigt 1970-tal, 82 miljoner på tidigt 1980-tal och låg runt 93 miljoner när denna rapport gjordes, 1995. Alexandratos uppskattning är i rapporten att denna ökande årliga tillväxt kommer att nå sin pik runt år 2000 och kommer därefter långsamt att avta. Han menar vidare att vi kommer vara tillbaka vid en årlig tillväxt på runt 85 miljoner år 2025, då vi har nått en världspopulation på 8,5 miljarder människor (Alexandratos, 1995, sid. 36).

### 2.1.3. Odlingssituationen idag

Hur har då jordbruket svarat på denna enorma ökning av jordens befolkning de senaste decennierna? Förvånande nog har produktionen vuxit snabbare än populationen. Mer exakt så var produktionen per capita, 18 procent större år 1995 än 30 år tidigare, eller omräknat en ökning från 2300 kilokalorier per person och dag till 2700 per person och dag (Alexandratos, 1995, sid. 36). Alexandratos poängterar att det då endast är räknat på den mat som direkt konsumeras av människor. Ytterligare 640 miljoner ton spannmål får adderas till detta om det foder som går åt vid boskapsuppfödning, som sedan ska resultera i köttprodukter, räknas in.

David Tilman et al. (2001) presenterar i en artikel i *Science Magazine* en prognos för hur brukandet av mark, för föda, kommer att påverka det globala klimatet fram till år 2050. Dessa uppgifter baseras på en studie i hur olika faktorer har förändrats de senaste 35 åren och författarna är i artikeln noggranna med att påpeka att ekologiska förutsägelser, liksom ekonomiska, är notoriskt svåra och oprecisa. De är dock relativt säkra på att faktumet att det finns någon form av mönster i utvecklingen är omöjligt att ignorera.

Tilman et al. (2001) förmodar att populationsstorleken och konsumtionen per person kommer bli de två största pådrivande faktorerna av klimatförändring. Liksom Alexandratos (1995) har Tilman (2009, sid. 281-282) och hans kollegor tittat på en prognos för hur befolkningsökningen kan komma att se ut i framtiden. Under 1900-talet ökade jordens befolkning med otrolig hastighet och var i slutet på århundradet uppe i 6 miljarder, dvs. 3,7 ggr så stor som år 1900. Jag vill här tillägga att Robert Kunzig (2011) hänvisar till FNs befolkningsavdelning när han skriver att vi tros spränga 7-miljardersgränsen någon gång under sent 2011. Tilman et al. (2001) menar att ökningen förutspås fortsätta och siffrorna som prognosen presenterar är 7,5 miljarder år 2020 och 9 miljarder 2050.

Till följd av befolkningsökningen har den globala matproduktionen fördubblats de senaste 35 åren och kommer att fortsätta i takt med denna (Tilman et al., 2001, sid. 281-282). Despommier (2009) förklarar detta i lekmanstermer med att vi idag globalt odlar på mark i storleksordning med Sydamerika. Om vi ska öka produktionen i takt med antalet munnar att mätta kommer vi behöva kultivera ytterligare "ett Brasilien" i åkerareal 2050. Detta är enligt Despommier mer odlingsbar mark än vad det över huvud taget finns och han väljer att citera den amerikanske komikern Mark Twain: "Buy land. They're not making it any more" (Despommier, 2009, sid. 80). (Förvisso producerar vulkaner en del nytt land på Island men det är knappast tillräckligt.)

Tilman et al. (2001, sid. 283) påpekar vidare att de arealer som omvandlas till åkermark i första hand kommer från skogar, gräsmark och andra naturliga habitat. Främst förutspås denna expansion av odlingsmark äga rum i Latinamerika och Centralafrika och då på

bekostnad av en tredjedel av de kvarstående tropiska skogarna, savannerna och gräslanden fram till 2050.

Utrotning av arter är en annan följd som Tilman et al. går in på och de tar också upp konsekvenser som ökningen av gödselmedel kommer att få för våra avfallsflöden. Artikelförfattarna nämner här att kvävegöddlingen tros vara 2,7 gånger mer omfattande 2050 och fosforgöddlingen förutspås öka med 2,4 gånger. I utvecklade länder går idag ca. 70% av skördade grödor till kreatursföda och väldigt lite kreatursavfall behandlas för kväve- och fosforborttagning. På detta vis hamnar väldigt mycket av ämnena från gödselmedel i vårt grundvatten (Tilman et al., 2001, sid. 283).

Efter att ha presenterat dessa siffror kan Tilman och hans medarbetare dra slutsatsen att omfattande planering av markanvändning är ett måste om vi på ett hållbart sätt ska kunna möta befolkningsökningen och samtidigt bevara viktiga ekosystemtjänster, såsom kolfixering, bevarande av biodiversitet och produktion av dricksvatten. Behovet av stora internationella program är kritiskt för att kunna utveckla nya teknologier och policys för en ekologiskt hållbar agrikultur (Tilman et al. 2001, sid. 284).

#### **2.1.4. Reflektioner**

Någonstans där för 10 000 år sedan, när jordbruket och konsten med djurhållning upptäcktes, började vi gå ifrån att leva med naturen till att leva av naturen. Ett ekosystem är ett kretslopp och i ett fungerande kretslopp handlar det hela tiden om att ge och ta. När vi levde som jägare-samlare levde vi som ett med naturen. De få kulturer som fortfarande finns att finna i denna livssituation, tillber ofta naturen som en gud.

Genom att skövla skogar och gräsmarker för att bruka som odlingsmark tar vi av naturen och det vi ger tillbaka är ofta miljögifter i form av gödselmedel. På detta sätt lever vi på bekostnad av naturen och har valt att ställa oss bredvid det naturliga kretsloppet istället för att vara en del i det. I liten skala verkar naturen klara av denna typ av behandling men eftersom vi hela tiden ökar i antal har många forskare nu fått upp ögonen för att situationen snart kommer att ställas till sin spets. I och med detta kan vi nu tvingas till att tänka radikal förändring.

Inga förutsägelser eller prognoser kan fastslås eller bekräftas som exakta för vi har aldrig varit med om framtiden innan, eller kunnat bevittna liknande behandling av planeter av tidigare civilisationer. Det vi kan göra är att ta det säkra före det osäkra och lita till de varningar som utfärdas, utifall att de faktiskt skulle visa sig vara sanna.

Ny teknik gör det möjligt för oss att tänka i helt nya banor kring saker som varit självklara för oss tidigare. Ett antal exempel på hur ny teknik skulle kunna appliceras på framtidens odling kommer behandlas i nästa kapitel.



## 2.2. Introduktion till *Vertical farming*

”For many reasons, then, an increasingly crowded civilization needs an alternative farming method.” (Despommier, 2009, sid. 83)

*Vertical Farming* är ett koncept som, i sin nuvarande form, utvecklades av Dickson Despommier och dennes studenter vid Columbia University i New York. Despommier är en ekolog och professor i folkhälsovård inom miljömedicinsk forskning, samt mikrobiologi, vid Columbia University. Han har en Ph. D i biologi från Notre Dames universitet och en master i forskning kring medicinsk parasitologi. Han forskar inom intracellulär parasitism och håller kurser inom parasitsjukdomar, medicinsk ekologi och ekologi.

Idén om *Vertical farming* började ta form när Despommier gav sina studenter i uppgift att konceptuellt försörja New York Citys innevånare med hjälp av takträdgårdar, men inte fick det resultat han önskat. Förslaget om att odla inomhus togs då upp och blev snabbt utvecklat till idén om *Vertical farming* (Despommier, 2009).

Despommier (2009) lyfter fram *Vertical farming* som svaret, eller åtminstone en vision till en lösning på problematiken kring matproduktion i framtiden. Lösningen utgörs av att sluta skövla naturliga ekosystem i odlingssyfte, samtidigt som så mycket som möjligt av den idag använda jordbruksmarken lämnas åt att själv få återhämta sig (Despommier 2009, sid. 82).

Men hur är det samtidigt möjligt att föda den stora och växande befolkningen på vår planet? I artikeln *The Vertical Farm* menar Dickson Despommier och Eric Ellingsen (2008), som har en master i arkitektur och landskap från University of Pennsylvania, att odlingen istället kan flyttas in till urbana områden och bedrivs inomhus i skyskrapor. Dessa enorma växthus ska anpassas lokalt för att i största möjliga mån kunna utnyttja de naturliga energiresurser som finns. Idén bygger på massproduktion av grödor och uppfödning av djur i centralt belägna skyskrapor, på alla sätt optimerade för maximal output.



Figur 3. Vertical Farm (Skiss: Erik Fälth, 2011)

”But are enclosed city skyscrapers really an option?” (Despommier, 2009, sid. 83)

Despommier (2009, sid. 83) konstaterar, som svar på sin egen fråga, att odlande av mat inomhus redan är vanligt förekommande idag. Han talar om tre tekniker som tagits fram för att effektivisera inomhusodling och som redan används med gott resultat runt om i världen. Principen för dessa tekniker; hydroponisk odling, aeroponisk odling och droppbevattning, kommer jag att gå in närmare på i kapitel 2.2.1. ”Ny teknik, nya möjligheter”. För nu räcker det med att konstatera att fördelar med sådana odlingssätt framförallt ligger i att vattenanvändningen är mycket mindre samt att möjlighet ges att odla året runt med maximal avkastning, genom att kontrollera och bibehålla ett idealt växt- och mognadsklimat. En annan stor fördel som lyfts fram är att inomhusodlingen, enligt Despommier (2009), är helt säker från de översvämningar och torkperioder som den traditionella odlingen ofta utsätts för. Despommier håller dock faktumet att dessa odlingssätt låter odlaren välja fritt var i världen han eller hon vill placera sin verksamhet, som den största fördelen. Odlaren behöver varken bry sig om väderförhållanden, så som nederbörd och klimat, eller jordmån. ”Indoor farming can take place anywhere that adequate water and energy can be supplied.” (Despommier, 2009, sid. 83)

Redan idag finns det storskaliga anläggningar för hydroponisk odling i olika delar av världen. Ett exempel är det 318 tunnland stora Eurofresh Farms, lokaliserat i Arizonas öken. Här produceras stora kvantiteter av tomat, gurka och paprika, 12 månader om året. Despommier (2009) påpekar att de flesta av dessa anläggningar idag är belägna på landsbygden av den enkla anledningen att priset på land är mer överkomligt där. Nackdelar med detta är ett ökat pris på grund av långa transporter in till städerna, förbränning av fossila bränslen och att det skapar ett stort bortfall av produkter genom fraktskador.

I visionen om *Vertical farming* flyttar dessa anläggningar in till staden, i sin nya och modifierade skepnad och matproduktionen hamnar på så sätt mycket närmre tallriken. Men finns det någon möjlighet rent ekonomiskt att komma över en så stor tomt, centralt i de stora städerna där priserna ofta ligger mycket högt? Jag återkommer till denna frågeställning i kapitlet 2.3.2. Ett ekonomiskt perspektiv.

En annan viktig aspekt att reda ut är hur mycket en sådan här odling kan producera. Även om ny och effektiviserande teknik används kan ett kvarter i staden aldrig konkurrera med den utbredda jordbruksmarken på landsbygden, när det gäller yta. Är det möjligt för de största städerna att helt kunna försörja sig själva, när det gäller mat, utan att behöva förlita sig på resurser utanför stadens gränser?

Despommier och Ellingsen (2008, sid. 30) har räknat på detta. De konstaterar att en *Vertical Farm*, som täcker ett genomsnittligt kvarter i New York (ca. 20 000 kvadratmeter) och som reser sig 30 våningar högt, kan föda 50 000 personer. Detta enbart genom att använda den nu tillgängliga tekniken. Despommier (2009, sid. 86) förklarar att den yta som uppnås i en *Vertical Farm* aldrig kan jämföras med traditionella odlingar, men att det genom säker och effektiv året runt-odling kan genereras en mångdubbel avkastning per ytenhet. Faktorer som att sallad kan skördas var sjätte vecka samt majs och vete var tredje månad innebär ett mycket större antal skördar per år. Despommier nämner också att framsteg från NASA när det gäller t.ex. utveckling av dvärgmajsplantor är mycket intressant då det även går att odla tätare. En annan skillnad från utomhusodlingen som tidigare nämnts, handlar om minimalt bortfall, relaterat till väder och vind. Dygnet runt-odling har inte ens tagits med i ovanstående beräkning (Despommier 2009, sid. 86).

*Vertical farming* möter kritik i *Science*-artikeln *Upending the traditional farm* där Gretchen Vogel (2008) intervjuar Theodore Caplow som har doktorerat i miljöteknik. Han menar att inomhusodlingar inte kan göra allt. Odling av spannmål i en *Vertical Farm* kommer inte att spara alls lika mycket resurser som t.ex. odling av grönsaker, och de flesta träd växer för långsamt för att inomhus-fruktträdgårdar skulle kunna löna sig. Inledningsvis, menar



Caplow, kommer det urbant odlade att vara dyrare än det som produceras traditionellt och transporteras till staden (Vogel, 2008).

Målsättningen med visionen är för Despommier och Ellingsen (2008) att den vertikala odlingen ska husera både spannmål och grönsaker, men de nöjer sig inte med det. Uppfödning av höns och svin sker i stor omfattning inomhus redan idag. Likaså odlas sötvattensfisk och en stor variation av skaldjur i dammar och bassänger runt om i världen i detta nu. De båda visionärerna ser alltså även framför sig att djuruppfödning ska vara en del av en *Vertical Farm* (Despommier & Ellingsen, 2008).

Det finns dock mycket mer och djupare tankar bakom den vertikala odlingens plats i staden än bara framställning av mat. Men det är ändå denna matproducerande del som kommer vara den mest framträdande, eftersom det framförallt är den som stadsbon kommer se utifrån.

”As you approach the Vertical Farm from a distance, you witness transparent shelves of color and texture cantilevered off the structural core of the living system.” (Despommier & Ellingsen, 2008, sid. 27)

Här talar de båda visionärerna om den vertikala odlingen som ett levande system. I artikeln *The Vertical Farm* (2008) skriver Despommier, tillsammans med Ellingsen, att den vertikala odlingen är en manifestation av den moderna staden och så mycket mer än en byggnad för tomatodling. Det handlar om ett komplext system snarare än en byggnad. Den vertikala odlingen ska fungera som en del av det urbana systemet och bland annat vara involverad i hantering av de osynliga kretsloppen för energi och material (Despommier & Ellingsen 2008, sid. 27).

Hållbarheten, som jag återkommer mer till i kapitel 2.3. ”*Vertical farming* och hållbarhet”, ligger i att i största möjliga mån använda sig av förnyelsebar energi, att ta hand om sitt eget och stadens avfall samt se till att det enda som lämnar den vertikala odlingen är rent vatten och mat. De högresta, matproducerande byggnaderna kan bara lyckas genom att efterhärma den naturliga ekologiska processen. Detta innebär fullt återanvändande av allt organiskt material samt återvinning av använt vatten, som måste omvandlas till drickbart vatten igen (Despommier & Ellingsen, 2008, sid. 30). Den kanske viktigaste ekosystemtjänsten som *Vertical farming* kan bidra med är dock möjligheten för den nuvarande åkermarken att återgå till sin naturliga karaktär, i form av gräsland eller skog.

Despommier och Ellingsen (2008) är noggranna med att poängtera att det för optimering av *Vertical Farms* fortfarande krävs mycket forskning. För att ge projektet en chans i mindre skala uppmanar Despommier (2009, sid. 87) ingenjörer, arkitekter, agronomer (varav många redan idag arbetar med inomhusodling) och investerare att bidra med input.

### **2.2.1. Ny teknik, nya möjligheter**

För effektivisering och maximal output från den vertikala odlingen kommer forskning och ny teknik att vara nyckelfaktorer men redan idag finns etablerade system för odling som omgående skulle kunna tas i bruk.

#### **Odlingstekniker**

Som tidigare nämnts finns tre metoder av odling i form av hydroponisk odling, aeroponisk odling och droppbevattning, som skulle kunna nyttjas i en *Vertical Farm*.

Gemensamt för de här teknikerna är att det inte behövs någon jord samt att vattenåtgången är markant lägre än vid traditionell odling. Här följer en kort beskrivning av dessa tre tekniker.

Hydroponisk odling är en odlingsmetod och en teknik som många kommersiella växthus använder idag. Istället för jord tar metoden hjälp av en vattenlösning, innehållande näring och mineraler. Plantor som vanligtvis har sina rötter i jorden kan genom denna metod odlas i ett system där vatten med lösta näringsämnen cirkuleras över rötterna. Det enda som behövs är något som håller växten och dess rötter på plats (Despommier, 2009, sid. 84). Genom hydroponisk odling kan brukaren nå fördelar som t.ex. ett tätare plantavstånd, snabbare tillväxt, större skördar samt större kontroll över växtens miljö (Hydrogardens hemsida [online]).

Tekniken använder 70-90% mindre vatten än traditionell odling (Boswyck Farms hemsida [online]).



Figur 4. Hydroponisk salladsodling. (Foto: Ryan Somma, 1980)

Aeroponisk odling är en metod som bygger på att växtens rötter hänger fritt i luft, innehållande vattenånga och näringsämnen. Denna teknik utvecklades 1982 av K.T. Hubick och har senare förbättrats av NASA-forskare då det är en mycket intressant teknik för odling i rymden (Despommier, 2009, sid. 83).

Detta är i sin tur en odlingstyp som använder runt 65% mindre vatten än hydroponisk odling (Wikipedia [online], 2011)

Droppbevattning är en teknik som är mycket sparsam med vatten. Plantan är här planterad i ett hållbart lättviktsmaterial och bevattnas genom små rör som leder från planta till planta. Från rören droppas vatten som är berikat med näringsämnen, direkt till stammens bas (Despommier, 2009, sid. 84). På detta sätt är denna odlingstyp mycket sparsam med både vatten och gödningsmedel (Wikipedia [online], 2011).

## Mindre plantor genom genforskning

NASA arbetar också med att avla fram plantor, ideala för odling i rymden. I artikeln *Engineering Plants for Space Flight Environments* skriver Bruce Bugbee (1999), på Crop Space Laboratory vid Utah State University, följande: "The need for spaceflight demands smaller, quicker, cheaper satellites and we similarly need shorter, quicker plants for space research." (Bugbee, 1999, sid. 67)

Dessa plantor måste enligt Bugbee vara mindre än dvärgplantor, de måste vara "superdvärgplantor". Han tar som exempel en gröda som vid sin fulla plantstorlek är runt två meter. Rymdforskningen kommer att behöva superdvärgplantor av en sådan art på mindre än 30 cm. Sådana superdvärg-gener har identifierats i vissa arter av grödor men förmodligen finns de i alla plantor. Genom att identifiera dessa gener kan mutanter av det slaget avlas fram, med andra ord plantor i superdvärgformat (Bugbee, 1999, sid. 67-68).

Mindre plantor ger en ökad platseffektivitet och en större skörd per ytenhet, vilket är ett av de kriterier som måste uppfyllas för att idén om *Vertical Farming* ska kunna fungera. Forskningsframsteg som detta är intressant men många frågetecken kring genmodifiering måste ännu rätas ut. Detta lär vara kritiskt för att visionen ska kunna användas sig av genmodifierade plantor och samtidigt mottas väl framöver.

## Förnyelsebar energi

För att till fullo kunna utnyttja förutsättningarna för förnyelsebar energi ska den vertikala odlingen anpassas från plats till plats. Vertikala odlingar på Island och Nya Zeeland kan t.ex. anpassas för att dra nytta av den rikliga mängd geotermisk energi som finns tillgänglig där. Odlingar i Mellanöstern och andra soliga ökenområden kan anpassas för att till så hög grad som möjligt kunna dra fördel av solljuset, både för energi och naturligt ljus för odling. I områden med stadiga vindar kan vindkraften användas som energikälla (Despommier, 2009, sid. 87).

Utöver dessa källor till förnyelsebar energi finns det andra möjligheter att utvinna energi i urbana miljöer. Ett stort problem vi har i städerna idag är avfallshantering och detta problem skulle kunna vändas till en fördel i framtiden, genom faktumet att organiskt avfall kan göras om till energi i form av biogas. En stor källa till organiskt avfall i städerna är restaurangbranschen som idag betalar staden för att köra bort det. *Vertical farming* skulle kunna resultera i ett scenario där restaurangerna istället får betalt för sitt organiska avfall, baserat på kaloriinnehållet (Despommier & Ellingsen, 2008, sid. 31). Detta skulle vara en *win-win* situation där en hårt pressad bransch får en ny inkomstkälla och den vertikala odlingen får en hållbar energikälla.

Despommier och Ellingsen konstaterar vidare att ett annat stort problem i urbana miljöer, som skulle kunna vändas till en fördel, är hanteringen av avloppsvatten, eller grått och svart vatten. Samhället spenderar enorma pengar på att rena avloppsvatten och bli av med det på ett säkert sätt (2008, sid. 31). Despommier (2009, sid. 87) menar att detta vatten istället skulle kunna bevattna en *Vertical Farm*. Samtidigt skulle den fasta biprodukten kunna förbrännas till energi. Ett halvt pund (eller ca. 225 gram) svart vatten innehåller ca. 300 kilokalorier. Om detta räknas om till mängden avloppsavfall som New Yorks 8 miljoner människor producerar på ett år så skulle energin räcka till att driva fyra 30-våningsodlingar. I siffror skulle det generera 100 miljoner kilowattimmar.

Om avloppsvatten på ett effektivare sätt kunde omvandlas till användbart vatten och energi så skulle det urbana livet kunna bli mycket mer hållbart.



### 2.2.2. Design, en del av staden



Figur 5. Matträdgårdar, kanaler och *Vertical Farms* för Shanghai Sustainable Masterplan.  
(Design: Except Integrated Sustainability, 2010)

Hur skulle *Vertical farming* kunna implementeras i stadsmiljö?

På vilket sätt en fullskalig *Vertical Farm* än designas så skulle det vara en uppseendeväckande byggnad. Uppseendeväckande dels på grund av sin storlek och dels på grund av att något så storskaligt aldrig designats för detta ändamål tidigare, i urban miljö. Idag finns det inte någon fysisk *Vertical Farm* och designaspekten befinner sig därför, liksom visionen, på ett experimentellt ritbordsstadium. I detta avsnitt resonerar jag därför utifrån litteraturstudierna och utifrån landskapsarkitektens roll, kring hur en *Vertical Farm* i stadsmiljö kan designas.

Skicklig design och ingenjörskonst är viktiga element för effektivisering av en framtida vertikal odling och det är många aspekter som måste tas i beaktande. I föregående avsnitt nämndes det att odlingen, enligt Despommier (2009), ska anpassas för att dra nytta av naturliga resurser på varje plats. Detta skulle t.ex. kunna innebära, rent formmässigt, en mer långdragen och lite lägre byggnad på lokaliteter med god tillgång på naturligt solljus. En sådan odling skulle kunna maximera användandet av naturligt ljus både för plantornas fotosyntes och byggnadens energiproduktion. Varför inte en byggnad i cirkel runt hela staden där odling bedrivs? Det väderstreck en *Vertical Farm* är vänd mot är också av vikt, både för uppfångande av solljus och ev. användande av vindkraft.

Gemensamt för de designidéer som finnas att ta del av på projektets hemsida [www.verticalfarm.se](http://www.verticalfarm.se) är att alla har en mycket futuristisk framtoning. Detta beror säkert, åter igen på att byggnadens funktion är något alldeles nytt i denna skala. I övrigt skiljer idéerna sig mycket åt och renderingarna varierar från att visa en byggnad till att föreslå hela kvarter för

odling. Någon återger en framtida *Vertical Farm* som en pyramid och någon annan som en gigantisk cylinder.

När det kommer till fasad har de olika designförslagen också gemensamt att maximal användning av naturligt solljus är att föredra. De olika designerna använder sig därför av glas eller lätt plast, vilket leder till att det som äger rum i byggnaden kommer att vara synligt från utsidan. Detta kan bidra till skapandet av ett spektakulärt, grönt landmärke liksom en pedagogik i att förbipasserande får ta del av hur vår näring produceras. Att få titta in i köket skulle få en helt ny innebörd.

Det finns dock de som påstår att energiförbrukningen vid belysning av plantor i en *Vertical farm* kan innebära problem och som menar att en genomskinlig fasad inte är tillräckligt för att göra jobbet. I *The Economist* (2009) intervjuas samma Theodore Caplow som är VD för ingenjörsföretaget New York Sun Works. Företaget tillverkar energieffektiva växthus för urbant bruk och Caplow och hans kollegor har drivit *the Science Barge* som är ett flytande hydroponiskt växthus, förtöjt vid Manhattan. Detta växthus har kunnat gå runt med nära noll i koldioxidutsläpp med hjälp av vindturbiner och solpaneler. Växthuset var dock bara en våning högt och Caplow menar att så fort någon börjar stapla växthus på varandra skapas ett belysningsproblem. Odlingen blir då tvungen att utrustas med artificiell belysning och det kräver el. Caplows tumregel är att det behövs solpaneler motsvarande en yta som är 20 gånger större än den yta som ska belysas. För en odling av skyskrapsstorlek är detta knappast genomförbart och den vertikala odlingens enda sätt att lyckas, är enligt Caplow att finna en väg att använda sig av naturligt solljus (*The Economist's* hemsida [online], 2010).

Beträffande belysning finns det alltså en del frågetecken men flera av dessa skulle kanske gå att rätta ut med skicklig design. Som tidigare nämnt är en genomskinlig fasad ett måste, men problematiken kvarstår i att endast de plantor som står längst ut mot denna fasad får tillräckligt ljus. En annan svårighet finns i väderstrecken då det kända söderläget är att föredra, vilket kan leda till en ojämn skörd i en byggnad där vissa delar får mer sol än andra. Problematiken med skuggning skulle också vara överhängande i en stadskärna där odlingen omges av andra storskaliga byggnader.

I Vogels (2008) samtal med Theodore Caplow framhåller han andra idéer för lösningar som skulle kunna implementeras mycket snabbare, och en sådan är takodling. Caplows företag installerar nu ett demonstrationsväxthus på en av New York Citys skolor, som både ska fungera i pedagogiskt syfte och samtidigt förse skolans cafeteria med grönsaker. Om stadens alla tak fylldes med växthus skulle urban odling vara både möjlig och effektiv, utan nyttjande av artificiell belysning.

För att kringgå den vertikala odlingens svårigheter med fördelning av ljuset, föreslår Caplow även ett annat koncept där odling i stället äger rum i fasader på kontorsbyggnader i staden. Det är där ljuset faller och dubbla glasfasader är redan populärt för energisparande. Detta är två exempel på system som vi enligt Caplow skulle kunna implementera redan idag (Vogel, 2008).

Men på flera håll arbetas det också med innovativa lösningar som skulle kunna hjälpa *Vertical farming* att ta sig an denna stötesten och 2009 utsåg Jeffrey Kluger på *TIME Magazine* en sådan lösning till en *Top Invention of the year*. På *TIME Magazine's* hemsida återfinns Valcents uppfinning VertiCrop som en av de topp 50 bästa innovationerna 2009. Valcent är ett företag, baserat i El Paso, Texas, som plockat fram en teknik för hydroponisk odling där plantorna växer i roterande rader ovanpå varandra. Detta ger varje planta exakt rätt mängd ljus (*TIME Magazine's* hemsida[online], 2009).

Med en sådan lösning i större skala skulle ljuset kunna fördelas jämnt över odlingen och detta belyser åter igen vikten av design, liksom teknik för en fungerande och effektiv *Vertical Farm*. Kanske vi i framtiden rent av kommer att ha en långsamt roterande skyskrapa i vårt stadscentrum.



Figur 6. Företaget Valcents rörliga VertiCrop-system för maximal fördelning av ljus vid inomhusodling.  
(Foto: Valcenteu, 2010)

En annan aspekt som ej ska förbises är den vertikala odlingens visuella plats i staden. I en stadskärna som Manhattan, New York, lär komplexet utmärka sig men är ändå omgivet av skyskrapor och andra storskaliga byggnader. I en medelstor svensk stad som exempelvis Halmstad, där författaren sitter just nu, skulle dock en *Vertical Farm* få en helt annan inverkan på omgivningarna i stadsmiljön. Idag är Trade Center Halmstads klart mest utmärkande byggnad med sina 22 våningar. Med utgångspunkt i Despommier och Ellingsens (2008, sid. 30) beräkningar skulle en kommun som Halmstad, med ca. 92 tusen innevånare behöva två stycken *Vertical farms* á 20 000 kvm och som reser sig 30 våningar höga. Här ska tas i beaktande att exakt en sådan utformning förmodligen inte skulle väljas i Halmstad men hur de än utformas skulle stadsbilden påverkas.

Hur är det att leva i skuggan av ett sådant jättekompex? Det är här viktigt att poängtera möjligheten att genom design och placering minimera störningen för omgivande stadselement. Arkitektens, landskapsarkitektens och stadsplanerarens roller skulle här bli av stor vikt för att se till att boende- och vistelsemiljön runt omkring den vertikala odlingen blir bra och att det nya elementet på bästa sätt implementeras i staden. Hur den än gestaltas så skulle byggnaden bli ett både fysiskt och mentalt landmärke i staden. Den skulle vara ett inslag av vertikal grönska i den urbana miljön där vår föda produceras och vårt vatten renas.





Figur 7. Sammansatt bild som visar olika *Vertical Farm*-designer. (Design: Chris Jacobs, Gordon Graff och SOA ARCHITECTES, 2010)

Att anlägga en parkmiljö kring odlingen, där bassänger för insamling av regn- och dagvatten och fiskodling avlöses av grönska, skulle kunna vara ett sätt att ytterligare stärka kontakten mellan anläggningen och stadens innevånare. Det skulle kunna ge en intressant effekt av att ett stycke natur i staden växer sig in i byggnaden. För att bidra till idéerna om vattenrening skulle ett öppet dagvattensystem i anslutning till komplexet kunna bidra med både reningshjälp och ett lyft för den urbana miljön i ett rekreativt syfte. En kvalitativ rekreationsplats i samspråk med byggnaden som försörjer hela staden, skulle kunna ge den vertikala odlingen potential att bilda ett nytt urbant hjärta för stadsbon.

Despommier och Ellingsen (2008, sid. 28) diskuterar också en *farmers market* i anslutning till den vertikala odlingen. Där skulle konsumenten kunna träffa de som producerar dennes kost och handla färska varor, vilket skulle kunna föra konsumenten ännu närmare matproduktionen och öppna för en känsla av involvering i processen.



Figur 8. Gård och park i anslutning till en *Vertical Farm*. (Design: Except Integrated Sustainability, 2010)

### 2.2.3. Reflektioner

*The Vertical Farm* är en högteknologisk och i hög grad futuristisk vision för hur vi skulle kunna bedriva odling i en hållbar framtid. Det är ett radikalt tänkande som, enligt mitt förmodande drivits fram av en kombination av en allt intensivare klimatdebatt samt de stora och revolutionerande, teknologiska framsteg vi sett under det senaste århundradet.

Det går dock att ifrågasätta om Despommier (2009) kan anses vara uppfinnare av tillvägagångssättet vertikal odling då idén kan spåras tillbaka så långt som till Babylons hängande trädgårdar som byggdes runt 600 före Kristus (The Economist's hemsida [online] 2010).



Figur 9. Babylons hängande trädgårdar, ett av världens sju underverk.  
(Målning: Martin Heemskerck, 1600-talet, Foto: Carla216, 2006)

Despommier är i alla fall mannen bakom idén i sin nuvarande skepnad och han har, som tidigare nämnts, en bred bakgrund.

Tillsammans med sina egna kunskaper kring ekologi, biologi och folkhälsa har han tagit del av den forskning och den nya teknik som nu finns tillgänglig inom en rad områden. Detta kapitel har behandlat en del av dessa. Genom denna mix av framsteg inom olika vetenskapliga genrer har idén om *Vertical farming* kunnat utvecklas. Det kan tyckas finnas en poäng i att forskare inom olika områden möts och bidrar till en mer omfattande och mer gedigen argumentation bakom en idé som denna. De problem som en biolog inte kan lösa kanske en ekolog kan ta sig an och så vidare. Despommier har själv överbryggat några av dessa genrer och nu är det viktigt för visionens framtida vara eller icke vara att han får med sig forskare inom alla aktuella områden. Detta för att kunna stärka legitimiteten för idén.

*Vertical farming* skulle kunna ses som en modern utopi och ett helhjärtat försök till en konceptuell lösning på hur vi ska gå till väga för att "rädda världen". Många idéer och utopier har dock dykt upp och försvunnit genom åren. Ett sådant exempel, som kommer att behandlas i nästa kapitel, är Ebenezer Howards vision om Trädgårdsstaden, eller *the Garden City*. Vad är det som krävs för att en utopi ska lämna skissbordet och transformeras från koncept till verklighet, och vilka är de viktigaste hindren att passera för en eventuell implementering?



Trädgårdsstaden blev till en viss del implementerad och jag tror det finns mycket att lära av ett sådant förlopp, för personerna bakom en vision som *Vertical farming*.

Om jag själv hade fått på mitt bord att vara med och realisera visionen *Vertical farming* hade jag börjat med att försöka hitta en akilleshäla. När Despommier t.ex. talar om att skörden i en *Vertical Farm* går säker från översvämningar och torka leder tankarna mig osökt till en naturkatastrof som nyligen ägt rum. Jag tänker på kärnkraftverket i Fukushima som sades vara helt säkert men där ingen räknat med att den tsunami som svepte in efter jordskalvet den 11 mars 2011 skulle kunna orsaka strömbrott. Ett strömbrott är bara ett exempel på något man bör vara förberedd på vid ett resande av den här typen av facilitet. De som blir involverade i uppförandet och planerandet av en *Vertical farm* måste vara medvetna om riskerna med att förlita sig till en byggnad för matproduktion. Den katastrof som skulle uppstå om en hel stad, eller en hel region ställs utan mat måste vara förebyggd med ett system för *back up* vid sådana situationer. Det skulle till exempel kunna handla om reservgeneratorer vid strömbrott eller ett system för hur olika städens *Vertical Farms* tillfälligt kan öka sin produktion och på så sätt rycka in och ransonera vid nödfall. Ett effektivt transportsystem måste också vara förberett och finnas att tillgå vid en belägenhet av det slaget och nätverket för vem som backar upp vem måste vara noggrant utarbetat.

Som nämnts finns det röster som anser det vara önsketänkande att tro att en *Vertical Farm* ska kunna försörja staden med all kost. Kanske är det så att en *Vertical Farm* inledningsvis är ett komplement som avlastar den traditionella odlingen medan ny och effektivare teknik inväntas. Slutdiskussionen återknyter till de här tankarna.

Despommier (2009, sid. 87) uppmuntrar själv input från alla forskningsområden och genom ytterligare forskningsframsteg kan vi i framtiden kanske ta de sista trevande stegen mot en mer heltäckande lösning.

### 2.3. *Vertical farming* och hållbarhet

I detta kapitel följer en inblick i vilka konsekvenser *Vertical farming* skulle kunna få ur tre hållbarhetsperspektiv, ett ekologiskt-, ett ekonomiskt- och ett socialt.

Det kan först vara på sin plats att inleda detta kapitel med att definiera ordet hållbarhet, eller *sustainability*. Den mest populära definitionen är enligt Richard Heinbergs (2010) diskussions-dokument *What Is a Sustainable City* den definition som FN använder i *the Brundtland Report of the World Commission of Environment and Development*, 1987. Definitionen rör begreppet hållbar utveckling eller *sustainable development* och lyder som följer:

”[...] sustainable development [...] implies meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs [...]” (UN-Dokument’s hemsida [online], 1987)

Den hållbara utvecklingen är enligt definitionen en utveckling som uppfyller dagens behov utan att kompromissa med möjligheterna för kommande generationer att uppfylla sina egna behov. I samma rapport skriver FN, med tanke på de globala miljöproblemen att det är viktigt att erkänna alla länders gemensamma intresse för att föra en politik som syftar till en hållbar och miljömässigt sund utveckling.

### 2.3.1. Ett ekologiskt perspektiv

#### Bevarande av skog

”Many climate experts – from officials at the United Nations Food and Agriculture Organisation to sustainable environmentalist and 2004 Nobel Peace Prize winner Wangari Maathai – agree that allowing farmland to revert to its natural grassy or wooded states is the easiest and most direct way to slow climate change.” (Despommier, 2009, sid. 82)

Despommier och Ellingsen (2008) menar att den viktigaste ekosystemtjänsten som *Vertical farming* kan bidra till är ett stopp på avskogningen. Genom att börja odla i urban miljö behövs ingen ytterligare utbredning av åkermark. Om staden, genom *Vertical farming* kan närma sig självförsörjning, skulle vi rent av ha möjlighet att låta mycket av dagens jordbruksmark återgå till sina naturliga ekosystem. Despommier och Ellingsen (2008, sid. 32) menar att det finns en god anledning att tro att enbart genom att lämna jordbruksmarken ifred, kan många av världens ödelagda eller hotade ekosystem helt kurera sig själva.

Despommier (2009) tar i *Scientific American*-artikeln *The Rise of Vertical Farms* upp några exempel på naturens fantastiska förmåga att hela sig själv. Den en gång helt bara remsan mellan forna Öst- och Västtyskland är nu grönskande. Det amerikanska område, som på 1930-talet blev känt som *the dust bowl* efter att ha lämnats kargt och utarmat efter överodling och torkperioder, är nu återigen produktivt. Mark som ingen trodde skulle återhämta sig grönskar åter igen där.

Alan Weisman (2007), professor i journalistik och verksam på bl.a. *The New York Times Magazine*, har skrivit en hel bok på temat vad som skulle hända med planeten om alla människor plötsligt försvann. I boken, som heter *The World Without Us*, tar Wiseman upp exemplet New England i kapitlet som behandlar jordbruksmark. Där intervjuar han Harvardekologen David Foster, som forskar på just vad som händer med jordbruksmark sedan människor slutat nyttja den. Foster berättar för Weisman att europeiska bönder under två århundraden avverkade två tredjedelar av New Englands skogar. Under intervjun promenerar de båda genom ett bestånd med höga weymouthtallar och kraftiga ekar, som bara för ett århundrade sedan var platsen för ett uppodlat vetefält. Om ytterligare tre århundraden kommer trädstammarna vara lika tjocka som de exemplar de första New England-borna byggde däcksbalkar och kyrkor av (Weisman, 2007, sid. 188)

Vilka är då de stora ekosystemtjänsterna med att låta naturen få återta den mark vi de senaste 10 000 åren har lånat för vårt jordbruk? I diskussionsunderlaget *Forest ecosystem services: can they pay our way out of deforestation?* berättar Robert Nasi et al. (2002) bland annat om de stora vinningar vi skulle göra om vi lät skogen och gräsmarkerna åter få breda ut sig över åkerlandskapet.

Den mest uppenbara av dessa fördelar är enligt Nasi et al. faktumet att träd och skogar binder och lagrar kol. Stora delar av klimatdebatten handlar ju om utsläpp av växthusgaser och då framförallt koldioxid. Som exempel tar Nasi et al. upp att en sluten naturskog i genomsnitt har lagrat runt 250 ton kol per hektar. Av detta kol, som är lagrat både i vegetation och mark skulle ca. 200 ton frigöras om skogen skulle konverteras till bete eller permanent jordbruk (Nasi et al., 2002, sid. 8). Det motsatta förhållandet gäller på sikt om jordbruksmark i stället konverterades till sluten skog.

Nettoförlusten av naturliga ekosystem om ingenting förändras, skulle enligt David Tilman et al. (2001, sid. 283) ligga på runt 1 miljard hektar från 2001 till 2050. Detta kan jämföras med en världsomspännande förlust av naturliga ekosystem motsvarande en yta större än USA.

Det är en intressant tanke att lämna dessa ekosystem i fred, samtidigt som stora delar av den befintliga åkerjorden tillåts att återgå till sitt naturliga stadium. Det skulle vara spännande att börja kalkylera på de ekosystemtjänster, inräknat kolfixering, som detta skulle innebära.

### Minskad övergödning

Despommier och Ellingsen (2008, sid. 28) framhåller att jordbruket, som det ser ut idag, är den enskilt största källan till giftutsläpp på jorden. Tilman (2001, sid. 283) skriver tillsammans med sina medförfattare att dubbleringen av matproduktionen de senaste 35 åren har följts av en rejäl ökning gällande användandet av kväve och fosfor i samband med gödsling, vilket skapar omfattande miljöproblem. Huvudkonsekvensen som fosforutsläpp bidrar till är övergödning av sötvattendrag, som sjöar och floder medan kvävet främst leder till övergödning av flodmynningar och kustnära hav. Tilman et al. (2001, sid. 283) menar att om denna trend fortsätter så kommer människor och andra organismer att vara markant mer utsatta för bekämpningsmedel i framtiden.

Despommier (2009, sid. 80) konstaterar att vi genom att övergå till *Vertical farming* kan kringgå alla problem med förgiftat dricksvatten och skapande av dödszoner i akvatiska miljöer. Odlingen i en *Vertical Farm* kommer att ske i en fullt sluten och kontrollerad miljö där det finns möjlighet att organiskt skräddarsy en kemiskt definierad diet för varje specifik plantsort. Därigenom kan vi helt undvika utsläpp av växtgifter, bekämpningsmedel och konstgödning (Despommier & Ellingsen, 2008, sid. 29).



Figur 10. Algblommning orsakad av övergödning i Azovsjön. (Foto: NASA, tillhörande eutrophication&hypoxia, 2010)

## Minskad användning av fossila bränslen

I artikeln *Food-Miles and the Relative Climate Impacts of Food Choices in the United States* (2008) undersöker Christopher Weber och Scott Matthews hur skillnaden i utsläpp av växthusgaser beror på om människor väljer att handla lokalt, regionalt eller globalt. Weber och Matthews (2008, sid. 8) konstaterar att trots de många mil som mat transporteras är det produktionsfasen som bidrar till 83% av utsläppet av växthusgaser, för att det genomsnittliga amerikanska hushållet ska få mat på tallriken. Produktion och transport tillsammans ger ett värde för det genomsnittliga amerikanska hushållets utsläpp på 8,1 ton koldioxid per år.

Det intressanta i de här uppgifterna, som argument för visionen, är att den vertikala odlingen är tänkt att se till att både transporter och utsläpp i samband med produktion i så hög grad som möjligt ska elimineras. De utsläpp som idag kommer från traktorer, plogar och transport av mat världen över skulle bli kraftigt reducerade om den mesta maten kunde produceras lokalt och utan stora maskiner. Det förutsätts då att en *Vertical Farm* hålls oberoende, eller så nära oberoende som möjligt, av el-nätet för att ett sådant argument ska bära.

I artikeln *Vertical farming; Does it really stack up?* (2010) på *The Economist's* hemsida tas detta ämne upp. I artikeln säger Peter Head, som arbetar med planering och hållbar utveckling på den brittiska ingenjörfirman Arup, att ljussättning av en sådan här anläggning skulle kunna bli en stor bromskloss för en realisering av visionen. Alltså ytterligare en röst som ställer sig frågande till hur belysningen ska lösas i ett flervåningsodling. Författaren (2010) tar upp Thanet Earth som exempel. Thanet Earth som öppnade i Kent 2008 är den största anläggningen i Storbritannien för inomhusodling och den producerar 15 % av den brittiska salladsskörden årligen. Denna anläggning kräver sitt eget mini-kraftverk för att kunna förse sina växter med ljus 15 timmar om dygnet under vintern. Detta menar Head, underminerar i nuläget visionen om att *Vertical farming* skulle kunna spara energi och skära ner på koldioxidutsläpp (*The Economist's* hemsida [online], 2010).

Weber och Matthews (2008) ger också en annan intressant aspekt på utsläpp av växthusgaser, i samband med produktion och transport av mat, när de jämför påverkan av olika typer av mat. Olika sorters mat visar på en stor spännvidd av intensitet gällande utsläpp. Till exempel bidrar produktionen av rött kött i genomsnitt till 150% mer utsläpp av växthusgaser än kyckling och fisk. Studien visar att det skulle räcka för ett hushåll att skifta från rött kött till fisk, ägg eller grönsaksbaserad diet en dag i veckan, för samma reduktion i utsläpp av växthusgaser som det skulle innebära att övergå till lokalt producerad mat (2008, sid. 8). Att helt frånga rött kött, menar Weber & Matthews (2008, sid. 12-13), skulle nästan halvera det genomsnittliga utsläppet för ett hushåll.

Eftersom Despommier och Ellingsen (2008, sid. 30) menar att uppfödning av boskap, hästar, får och getter faller utanför paradigmen för urbant odlande, kan det vara intressant att ställa sig frågan om det i samband med en sådan här omställning också skulle vara läge att skifta vår diet. Då rött kött, enligt Weber & Matthews studie, är den matgrupp som bidrar till mest utsläpp kan det tyckas vara en svaghet hos *Vertical farming*-idén att detta område inte behandlas.

## Stadens vattenrening

”I ett hållbart stadsbyggande hanteras vattnet som en resurs och ett viktigt element i miljön.” (Ullstad, 2008, sid. 34)

I Sveriges Arkitekters politiska handbok för hållbar stadsutveckling skriver Erland Ullstad (2008, sid. 34) att bristen på rent vatten är ett globalt problem. Även i Europa har det blivit normalt med ohjälpligt förorenade floder. Ullstad (2008, sid. 35) belyser vidare problemen med att ta hand om avloppsvatten i tät stadsbebyggelse och även den problematik som finns med de stora regnmängder som ger ett starkt förorenat flöde över stadens

hårdgjorda ytor. Detta flöde, menar Ullstad, är något som varken sjöar eller hav tål och staden måste kompletteras med dämpande och absorberande, gröna ytor.

Växter har en vattenrenande effekt och detta är en fördel som Despommier (2009) vill inkorporera i sin vision om den vertikala odlingen som en del av stadens hållbara kretslopp. Jag har tidigare berättat om Despommiers och Ellingsens (2008) vision om utvinning av energi ur avloppsvatten. Idén går ut på att låta den vertikala odlingen avlasta staden det ofantliga jobbet med hantering av avloppsvatten genom att använda det till bevattning av grödor och därigenom rena det.

Humanekologen och fältbiologen Folke Günther (2006) beskriver på sin hemsida [www.holon.se/folke/](http://www.holon.se/folke/), genom den så kallade "Folkeväggen" hur vertikal odling skulle kunna vara kompatibelt med grävattenrening. I Günthers exempel odlas växter hydroponiskt i en porös, vertikal vägg som vatten långsamt sipprar igenom. Växterna tar upp näringen i vattnet och använder den till produktion. Vattnet passerar alltså igenom växterna som tar upp det "smutsiga" vattnet genom rötterna och sedan avger det "rena" vattnet genom evapotranspiration. Själva reningen utförs sedan helt enkelt genom att växterna skördas (Folke Günthers hemsida [online], 2006).

Despommier och Ellingsen (2008, sid. 31) förespråkar här snabbväxande växtarter som t.ex. kaveldun, vattenväxter, ag, och *Spartina ssp.* som ofta kommit att kallas *living machines* på grund av sina vattenrenande förmågor. Dessa kommer i första hand användas för att sanera förorenat vatten.

Genom att hela komplexet kommer att vara stängt går det alltså att tillvarata det renade vatten som avges som ånga vid växternas evapo-transpiration. Detta kan nu användas till bevattning av de ätbara plantorna samt återföras till samhället som dricksvatten (Despommier & Ellingsen, 2008, sid. 31).

Jan Broeze som forskar inom jordbruk på universitetet i nederländska Wageningen, säger till Vogel (2008) att sådana idéer är inspirerande men det kommer krävas stora teknologiska genombrott för ett förverkligande. Broeze och andra holländska forskare arbetar nu själva med att länka växthus till kreatursuppfödare för att återvinna avfall och reducera energiförbrukning (Vogel, 2008). Despommier och Ellingsen (2008) håller med om att flera varianter av ny teknologi kommer att behövas innan avloppsvatten kommer att kunna hanteras på ett säkert och rutinmässigt sätt. Klart står dock att idéerna finns och att forskning pågår.

## **Energi tillbaka till nätet**

Som tidigare nämnts har Despommier och Ellingsen (2008, s. 32) också en plan för energiutvinning via restaurangbranschens organiska avfall. Genom kompostering av allt överblivet, oätbart växt- och djurmateriel som den vertikala odlingen producerar, kommer biogas i form av metan för energi att kunna genereras.

### **2.3.2 Ett ekonomiskt perspektiv**

Det kan tyckas svårt att sätta ett pris på ett ekosystem, livet i en flod eller på ett korallrev. Likaledes är det svårt att sätta en prislapp på bevarandet av en utrotningshotad djur- eller växtart. Om vi för ett ögonblick bestämmer oss för att helt lita till de varningar kring vilken framtid vi går till mötes, vid fortsatt skövande av naturliga ekosystem, är det svårt att diskutera det ekonomiska perspektivet på *Vertical farming*. Den huvudsakliga idén bakom *Vertical farming* är ju att sluta skada miljön genom odling. Det innebär att värdet av att låta naturen få reparera sig själv borde vägas in i den ekonomiska beräkningen. Det skulle i ett sådant läge kunna tyckas att alla idéer som inte är helt förkastliga borde få en chans att provas, åtminstone i mindre skala, eftersom livet på planeten är ovärderligt.

Man hur nödvändig en förändring än är så måste det till pengar för att ett projekt ska kunna sättas på prov ordentligt. För att pengar ska investeras är det därför viktigt att en vision på ett övertygande sätt kan argumentera för sig.

Eftersom det ekonomiska perspektivet är så svårdefinierat kan i det här läget en parallell berika diskussionen. Denna parallell dras till en annan vision som väckt stort intresse genom åren och som även denna manar till revolutionär förändring. Visionen om Trädgårdsstaden eller *The Garden City* har många likheter med visionen om *Vertical farming*, detta trots att mer än ett århundrade skiljer dem åt. Framförallt kan det vara intressant ur ett ekonomiskt perspektiv då Ebenezer Howard, mannen bakom visionen Trädgårdsstaden, var mycket noggrann med sina ekonomiska kalkyler.

*The Garden City* i sin ursprungliga vision från Howard, var enligt Peter Hall (2002) en reaktion på faktorer som växande städer, urban missär och jordbruksdepression. Mellan 1880 och 1914 fanns en stark "tillbaka till landet-rörelse" som Hall menar måste ha influerat Howard.

I korta ordalag var Howards vision om *The Garden City* en kombination av det bästa av staden och det bästa av landet. Det skulle vara en självförsörjande stad gällande mat och luften skulle vara frisk att andas. Samtidigt skulle staden innehålla alla nödvändiga funktioner och den nödvändiga servicen. *The Garden City* skulle förverkligas genom en insats från de största talangerna inom alla ingenjörskonster, arkitekter, medicinare, sanitetsexperten, landskapsarkitekter, jordbruksspecialister, finansierare etc. (Hall, 2002, sid. 87-93).

Det Howard presenterar när han ger ut sin bok *Garden Cities of Tomorrow* år 1902 är ett helt nytt planeringsideal och sätt att leva. Detta kan på många sätt liknas med Despommiers (2009) konstaterande om att vi borde gå ifrån det ohållbara levernet vi idkar idag, och de utrop även han gör efter forskning och expertis inom alla vetenskapliga genrer, för att kunna förverkliga detta. Jämförelsen är också intressant på de punkter som rör stadens oberoende och dess självförsörjning.

Hall (2002) skriver i sin bok *Cities of Tomorrow* vidare om hur Howard tänkt att hans utopi skulle förverkligas. Han menar att den moderna läsaren som går tillbaka till Howards bok ofta förvånas över hur stor del av denna som består av ekonomiska kalkyler. Howard skrev enligt Hall inte för utopiska lättfotade utan snarare för hårdhudade viktorianska affärsmän som ville vara säkra på att få sina investerade pengar tillbaka. Howard tog sedan själv ledningen och bildade en *Garden City Association* för att diskutera sina idéer och för att slutligen kunna lägga en plan för ett förverkligande.

Howards kalkyler var övertygande och den ekonomiska planen gick i korthet ut på att grupper av människor skulle starta företag och låna pengar till att köpa billig jordbruksmark en bit från staden. På grund av rådande jordbruksdepression var markpriserna mycket låga. Hit skulle ledande industrier lockas att flytta sina fabriker och ta arbetarna med sig. Arbetarna skulle få bygga sina egna hus. Allt eftersom Trädgårdsstaden växte skulle marken bli mer värd och räntorna gå upp. Detta skulle slutligen leda till att förvaltarna kunde betala av sina skulder och pengarna skulle istället generera i en fond för en lokal välfärdsstat (Hall, 2002, sid. 93-95).

Howards övertygande kalkyl ledde till att flera pionjärföretag skapades. Det första *Garden City*-företaget registrerades 1903. Det insågs dock snart att Howards dröm om att projektet skulle kunna finansieras inom leden hans egna likatyckande, eller som Hall uttrycker det; "med-radikaler", inte skulle bli sann. Det blev nu nödvändigt att förstatliga Trädgårdsstaden men inte heller genom detta bar finanserna, då företag och industrier visade ett svalt intresse för att flytta till de trädgårdsstäder som uppfördes. Vändningspunkten för den engelska *Garden City*-rörelsen var enligt Hall (2002) exemplet Hampstead. Hampstead var inte någon trädgårdsstad utan mer en trädgårdsförort som inte huserade några industrier. Helt beroende av en tunnelbanestation var Hampstead långt ifrån självförsörjande. 1906 antog *Garden City Association* trädgårdsförorter som ett av sina mål och trädgårdsstaden fick därigenom en underordnad roll.

*The City Garden* fanns med som ideal under en relativt kort period av stadsutveckling och idag står inte Howards ursprungliga vision av en trädgårdsstad att finna någonstans. Hall (2002, sid. 141) menar att skalet finns där men inte innehållet. Länken mellan industri och land finns inte och på det viset faller idén med den självförsörjande staden.

Anledningen till denna parallell är att den belyser en viktig poäng, för en vision som *Vertical farming*, i att studera tidigare utopiers lyckade eller inte lyckade implementering. Då det handlar om att kunna argumentera för enorma satsningar är det viktigt att kunna studera och dra nytta av tidigare exempel och lära av andras framgångar och bakslag. Howards vision var, liksom Despommiers, en modern sådan och förlitade sig till stor del på expertis, forskningsframsteg och modern teknik. Det var en utopi i ordets rätta bemärkelse; ett idealsamhälle, som stod och stampade, fick en chans men aldrig gick hela vägen in i mål. Det är många kort som måste spelas rätt. Vad behövs då för att Despommiers (2009) vision om *Vertical farming* ska kunna förverkligas?

Ett projekt av den här magnituden kräver en stor likvid insats från början. Det är förmodligen inte förhastat att anta att prislappen kommer att bli ännu större än beräknat, även om den är högt räknad från början, då ett sådant här projekt troligtvis kommer att stöta på otaliga oväntade hinder under resans gång. Det är därför viktigt att gå stegvis fram för att undvika förlust av finansiering vilket skulle kunna leda till att resultatet blir ett antal halvfärdiga *Vertical Farms*. Halvfärdiga *Vertical Farms*, som inte fyller sin funktion som en källa till hållbarhet, skulle kunna liknas vid de funktionellt innehållslösa skalerna av trädgårdsstäder som nämnts ovan. Trädgårdsstäder som tveklöst är vackra och viktiga ur ett rekreativt syfte, men som aldrig kom att fylla hela sitt ursprungliga ändamål.

I ett inledande skede går därför den ekonomiska satsningen till fortsatt forskning inom en mängd områden och därefter till ett uppförande av en eller flera prototyper av *Vertical Farms* i mindre skala. Despommier (2009, sid. 87) meddelar att många stadsplanerare, utvecklare och investerare redan uttryckt en stor vilja att verkligen bygga en prototyp. Fortlöpande forskning och planering kring hur optimering av den fullskaliga odlingens utformning är att vänta och denna utformning kommer att vara platsspecifik för utnyttjande av resurserna i varje miljö.

Sedan kommer frågan om mark. Det är knappast någon nyhet att mark på Manhattan har ett högre inköpspris än motsvarande yta på landsbygden. Finns det någon möjlighet rent ekonomiskt att komma över en så stor tomt, centralt i de stora städerna där priserna ofta ligger mycket högt? Despommier (2009) menar att det finns mängder med mindre attraktiva tomter som skriker efter projekt som skulle kunna innebära intäkter. När han tillsammans med sina forskarstudenter för några år sedan undersökte situationen i New York, fann de 120 övergivna platser som alla skulle kunna husera en *Vertical Farm*. Det finns oräkneliga platser av det här slaget i städer över hela jordklotet (Despommier, 2009, sid. 86).

Den kritik som framhålls mot den vertikala odlingen när det rör sig om kostnaderna för den extra energi som behövs för till exempel uppvärmning och artificiell belysning, besvarar Despommier (2009) med att odlingen i hans vision i så hög grad som möjligt kommer sträva efter att vara ett självförsörjande system.

En annan aspekt, som avsnittet inleddes med, är diskussionen gällande värderandet av natur. När Robert Nasi (2002, sid. 10) och hans kollegor diskuterar värdet av skog tar de upp den klassiska paradoxen med vatten och diamanter. Vatten är självfallet livsviktigt för människan medan diamanter inte är det. Ändå motsvarar priset på en liten diamanter stora mängder vatten idag. Detta kan tyckas vara en intressant indikation på att vi kanske ska tänka om i vårt värderande av resurserna i vår omgivning.

Despommier (2009, sid. 84) har som förslag att de bönder, vars odling genom visionen blir överflödigt och oönskad, istället kan få betalt för att binda kol genom att odla träd på sina åkrar. Nasi et al. (2002, sid. 17) skriver att markägaren genom *the Clean Development*



*Mechanism* i Kyoto-protokollet, en internationell överenskommelse som slöts 1997, kan erhålla tekniskt och ekonomiskt stöd för projekt som lagrar eller binder kol. Ett annat exempel på liknande tänk är att styrande organ i Costa Rica genom Skogslagstiftningen (*the Forest Law*), framgångsrikt har tagit fram ett program (*Payment for Environmental Services, PES*) som kompenserar skogsägare för de ekosystemtjänster deras skog ger samhället. Detta bidrag finansieras av en skatt på utsläpp av fossila bränslen (Nasi et al., 2002, sid. 19) och ska leda till att fler markägare låter bli att avverka regnskog eller återplanterar redan skövad sådan. Detta är en ekonomisk aspekt som skulle kunna bli ett viktigt argument vid en övergång till *Vertical farming*.

### 2.3.3 Ett socialt perspektiv

Det går att urskönja ett större och större intresse för att handla lokalt producerade livsmedel och medvetenheten om ekologisk odling har ökat. Vid var och vartannat besök i affären har en ny ekologisk och/eller lokal produkt dykt upp. Ekologiskt och lokalt hänger ofta ihop och det tycks handla om att det är värt ett högre pris att helt enkelt veta var ifrån livsmedlen kommer. Den som köper sina grönsaker från en lokal bonde får mer än bara grönsaker. Han eller hon får en helhetsbild av hur grönsakerna har kommit till och var. Min teori är att det finns en inneboende stolthet över det som är lokalt och för många en samvetsaspekt i att veta att det som konsumeras är ekologiskt odlat.

David Conner et al. (2009) har i artikeln *Consumer demand for local produce at extended season farmers' markets: guiding farmer marketing strategies* tittat på ett antal attribut som skapar och definierar värdet på lokalt producerad mat i konsumentens ögon. Tre av dessa är avstånd till produktionen, hur färsk varan är och direktmötet mellan odlare och konsument (Conner et al. 2009, sid. 252). Möjligheten för ett sådant möte, ansikte mot ansikte, sker främst vid torghandel eller gårdshandel.

Att ha en *Vertical Farm* i ens närhet skulle innebära en direkt kontakt med produktionen av den mat som sedan hamnar på ens tallrik. Despommier och Ellingsen (2008, sid. 27) beskriver detta som att en ny relation mellan naturen och stadens offentliga rum kommer att skapas. Denna relation uppstår inte bara på grund av den vertikala odlingens genomskinliga fasad, utan också genom en restaurangavdelning och en marknad i anslutning till komplexet. Despommier och Ellingsen (2009, sid. 29) beskriver närmare en *farmers market* på gatunivå i direkt anslutning till odlingskomplexet. Här ska den direkta relation mellan producent och konsument uppnås, som diskuteras som ett värde i Conners (2009) artikel. Förmodligen skulle det inte resultera i en situation där den faktiske odlaren också står för torgförsäljningen, men att produkten kan inhandlas i närhet till odlingsplatsen genererar en typ av relation.

En viktig fråga är också vad som vid en övergång till *Vertical farming* händer med de många bönder som idag bedriver odling utomhus. När det ekonomiska perspektivet diskuterades i föregående avsnitt berördes faktumet att många nuvarande odlingar skulle bli oönskade vid en övergång till urban odling. Emellertid skulle en vertikal odling innebära mängder med nya arbetstillfällen i staden. De kunskaper som dagens bönder besitter inom odling skulle kunna komma till användning även vid en inomhusodling av det här slaget och erfarenheter inom en mängd olika yrkesområden likaså. Yrket som odlare skulle dock få en annan innebörd då det blir någonting betydligt mer högteknologiskt och det skulle behövas en mer utarbetad plan för vad som skulle hända med traditionella bönder. Det är en fin tanke i ett ekologiskt perspektiv att alla f.d. bönder skulle gå över till skogsbruk och få betalt per viktenhet bundet kol men frågan är om det är den vägen alla kommer att vilja gå.

Många arbetstillfällen skulle även skapas inom helt nya områden men svårigheten kanske ligger i att få människor med en lång odlingstradition i blodet att sadla om.



Frågan om vem som skulle tjäna på att visionen om *Vertical farming* blev verklighet, förutsatt att det fungerar, skulle några säkert besvara med "alla". Det som är bra för miljön i det långa loppet är till fördel för allt som lever på planeten. Ett jämviktsförhållande där alla tjänar lika mycket på en realisering kan dock tyckas svårt att uppnå och jag återkommer mer till detta i diskussionsdelen.

En viktig roll för en fungerande *Vertical Farm*, i mitt perspektiv, är rollen som en manifestation över mänsklighetens framsteg, tekniskt och framförallt etiskt. Visionen ger ett uttryck för vår vilja att ställa saker och ting till rätta och vår strävan efter att vända en trend inom matproduktionen till något klimatneutralt.

### 2.3.4 Reflektioner

Efter att ha undersökt *Vertical farming* ur ett hållbarhetsperspektiv ser jag många starka argument för visionen men också flera svårigheter och frågetecken som behöver rätas ut.

Den största och viktigaste uppgiften för utvecklare av den vertikala odlingen borde anses vara att göra den energineutral, eller i alla fall så nära energineutral som möjligt. Detta är ett kriterium för att visionen ska kunna kallas hållbar och på så sätt kunna vara en del av den hållbara staden i framtiden. Den vertikala odlingen skulle vinna på att visa sig bättre än traditionellt jordbruk på fler sätt än att bara närproducera mat, då utsläppen i samband med transporter endast visat sig vara en liten del av matproduktionens totala utsläpp. I detta ligger främst att lösa problematiken med belysning. Om teknik och design kan arbeta fram ett hållbart sätt att belysa alla våningar i ett 30-våningshus hade visionen tagit ett stort kliv mot förverkligande.

Noggrant uttänkta ekonomiska kalkyler och finansiering måste till för att visionen ska få en chans. Det bör omsorgsfullt övervägas om detta är något som kan finansieras privat eller om ett förstatligande måste till, eller både och. Vilka konsekvenser olika val av finansiär får och vilket som är det optimala, är viktiga frågor som måste ställas och besvaras. Despommiers tankar kring att starta med prototyper anser jag är ett bra tillvägagångssätt initialt, för att exempelvis undersöka möjligheten att göra en skola eller ett sjukhus självförsörjande. Nästa steg är att gå vidare till mer omfattande försök med hållbara, självförsörjande stadsdelar för att slutligen ta sig an hela städer.

Den vertikala odlingen måste också kunna visa sig effektiv när det kommer till att ge en tillräcklig produktion. Det är inledningsvis viktigt att optimera produktionen genom att börja med den typ av grödor som lämpar sig bäst för den här typen av odling, och på så sätt helst göra det med ekonomisk vinst. På det sättet kan finansiering genereras till vidare forskning kring hur andra grödor och även djuruppfödning skulle kunna bli strängar på den vertikala odlingens lyra. Jag har tidigare nämnt att produktion av nötkött enligt forskning (Weber & Matthews, 2008, sid. 8) ligger bakom en stor del av koldioxidutsläppen och att detta är någonting som Despommier (2009) inte tror är möjligt för en *Vertical Farm* att ta sig an. Likaså lät Caplow (Vogel, 2008) meddela att han inte trodde på hållbarheten i spannmålsproduktion inomhus i nuläget. Kanske är det så att den vertikala odlingen får stå som en del av en revolution för urban odling, istället för att vara hela revolutionen på egen hand.

Det slutliga steget som visionen måste ta är det socialt försvarbara klivet in i samhället. Detta steg måste ta hänsyn till att ingen får lämnas utanför och endast en väl utarbetad plan för implementering kan se till att den vertikala odlingen välkomnas av så många som möjligt. Vad händer till exempel med jordbrukslandskapet om traditionellt odlade blir oönskat? Kommer det vara möjligt att få eller kunna bo kvar där och kommer mat i så fall att börja transporteras ut ur städerna istället för in? I vilka delar av världen initieras *Vertical farming* och finns det risk för att denna nya trend är något endast den rika världen kommer att främjas av?

Grundidéerna med *Vertical farming* är att förändra en negativ trend till något positivt för planeten som helhet, men för ett lyckat införande är det också viktigt att individen känner sig gynnad. Det är med andra ord viktigt att även titta på visionen med den enskilde människan i centrum.

### 3. DISKUSSION OCH SLUTSATS

Denna uppsats syftar till att vidga vyerna för alternativa tillvägagångssätt gällande en väl inarbetad metod som vi ofta tar för given. I det här fallet avseende traditionellt jordbruk som inarbetad metod och *Vertical farming* som ett alternativt tillvägagångssätt. Genom att belysa så många aspekter som möjligt av en sådan vision hoppas jag kunna ha påvisat att det finns möjlighet att tänka om och att det på många punkter redan idag är tekniskt möjligt med stora förändringar.

Arbetet har också haft som syfte att genom en inblick i många forskares varnande om vår miljöpåverkan, väcka en diskussion kring nödvändigheten i att börja se oss om efter alternativa metoder för en strävan efter en hållbar utveckling.

#### 3.1. Angående klimathotet

För att återknyta till uppsatsens inledning, så skriver jag där att vi lever i en tid där det hela tiden höjs varnande fingrar om en annalkande global katastrof. Det går inte en dag utan att frågorna dyker upp i tidningen eller på TV-rutan.

Jag tycker att Sagans (1997) exempel med den växande bakteriekolonin (se kapitel 2.1.2. Ökande befolkning) är både intressant och skrämmande. Jag vet inte om det är Sagans intention att göra en liknelse när han nämner att bakteriekolonin fortsätter att växa exponentiellt, förutsatt att miljön är giftfri. Det väcker i alla fall frågor hos mig. Kommer vi att komma till ett stadium där vår miljö är så giftinfattad att vi inte längre kan fortsätta växa som art, och hur mycket har vi i ett sådant skede påverkat de resterande arterna i miljön omkring oss?

Att koppla miljöhotet till dagens jordbruk var min målsättning för att delvis kunna besvara frågan om varför idén om *Vertical farming* uppstått. Svaret på varför visionen har uppstått i sin nuvarande form ligger enligt mitt förmodande i den nya teknik som nu finns tillgänglig, inom så väl byggnadskonst som odling och hållbar energiproduktion, samt en rad andra områden. En tredje bakomliggande faktor, som är kopplad till klimathotet är de forskningsframsteg och den ekologiska insikt som öppnat våra ögon för de konsekvenser vårt handlande faktiskt får för naturliga ekosystem, och i det långa loppet för hela vår biosfär. Förståelse för det ohållbara i att försöka försörja en ökande befolkning på ett föråldrat sätt där miljöhänsyn är nedprioriterat, är uppenbart en drivande faktor för den här typen av innovationer. Detta är också en drivande faktor som visionen om *Vertical farming* redan använder som argument för att framställa sig likt en slags frälsning, eller en typ av helhetslösning som löser många problem.

#### 3.2 Har *Vertical farming* en plats i den hållbara staden i framtiden?

För att kunna börja besvara denna fråga kan det vara läge att definiera vad en hållbar stad är. Den mest populära definitionen av hållbar utveckling, som tidigare nämnts, är den från Brundtlandkonventionen 1987. Den hållbara staden ska då vara en stad som är kompatibel med denna definition. Det vill säga en stad som idkar en utveckling som uppfyller dagens behov utan att kompromissa med möjligheterna för kommande generationer att uppfylla sina egna behov.

Jag anser att en stad måste vara helt hållbar för att kunna kalla sig en hållbar stad. All respekt åt de städer som strävar efter att bli mer hållbara men i mina ögon kan begreppet hållbar stad endast beskriva en helt klimat- och energineutral samt helt självförsörjande stad. Den helt hållbara staden skulle också kunna betraktas som en utopi och en sådan stad kommer inte stå att besöka imorgon och inte nästa vecka. Varje steg mot realisering av den hållbara

staden är dock viktigt. Som Heinberg (2010, sid. 11) uttrycker det så är hållbarhet ett utmanande men också essentiellt mål för alla städer.

Flera av de ingredienser som konceptet *Vertical farming* innehåller, skulle vid full funktion kunna hjälpa den hållbara staden att uppfylla dessa krav i framtiden. Jag tänker då bland annat på hållbara system för vattenrening och biogasproduktion.

### 3.2.1. *Vertical farming* som symbol

Insikten om det nödvändiga i en förändring är idag omfattande och engagerade forskningsstudier och innovativa experimentella projekt, inom en rad områden, bedrivs runt om i världen för att undersöka möjligheterna. Möjligheterna att ta nästa steg mot ett hållbart leverne.

Jag tror att visioner som *Vertical farming* är viktiga när det gäller att öppna ögon för behovet av att vända den negativa klimattrenden. Genom sin futuristiska framtoning demonstrerar visionen, på ett starkt sätt, att det är dags att göra något radikalt åt vår situation. En radikal idé till lösning anspelar också på ett radikalt problem.

Det är också genom denna radikala framtoning som visionen på vissa plan gör det svårt för sig själv då den riskerar att lova för mycket. Då flera av de beståndsdelar som den vertikala odlingen, enligt idén, ska använda sig av inte är färdigutvecklade, så dyker frågetecken upp. Jag tänker då exempelvis på den problematik som diskuterats när det gäller hantering av avloppsvatten och energiåtgång vid belysning. När en vision i argumentationen framställs som en potentiell helhetslösning på våra miljöproblem, eller en slags frälsning, så kan den tappa i trovärdighet om flertalet viktiga bitar i hållbarhetspusslet inte hittat sin plats. Detta ökar risken för att visionen, vid ett synande, blir för mycket *science fiction* och futuristiskt önsketänkande för att riktigt tas på allvar. Det är dock viktigt att poängtera att Despommier och Ellingsen (2008) inte hymlar med att det kommer att krävas mycket ytterligare forskning för att en *Vertical Farm* skulle kunna färdigställas. En sådan ödmjukhet inför visionens hinder ger således tillbaka en del trovärdighet.

Vad som å andra sidan är en styrka hos idén är de delar av den som faktiskt är beprövade och för dessa argumenteras det på ett övertygande sätt. Då avser jag till exempel beprövade och effektiva odlingsmetoder, såsom hydroponisk odling, och utvinning av energi i form av biogas, ur organiskt material. Den typen av argument, för hur vi genom att ta hjälp av ny teknik kan närma oss hållbarhet, är kanske visionens starkaste.

I denna uppsats har flera olika metoder av urban odling dykt upp. Vissa av dessa är redan delar av *Vertical farming*-idén och andra är argument för alternativa metoder som kritiker till visionen menar kan vara en mer rimlig väg att gå. De tre odlingstekniker som *Vertical farming* är tänkt att använda sig av är enligt Despommier (2009) hydroponisk odling, aeroponisk odling och droppbevattning. Alla är redan idag beprövade och fungerande tekniker. Caplow, som är en av de som framför kritik mot delar av visionen, säger i intervjun med Vogel (2008) att dessa tekniker skulle kunna implementeras snabbare i samband med till exempel takodling eller fasadodling. Här tror jag att en intressant poäng kan skönjas gällande vinningen i att olika visionen sporrar varandra. Den kritik som en radikal vision som *Vertical farming* möter, ger möjlighet både för de som står bakom den kritiserade idén, och kritikerna själva att utveckla uppslag för en bättre lösning. Nu menar jag inte att varken idén om takodling eller fasadodling behöver ha stammat ur *Vertical farming* men visionens uppseendeväckande nytänkande kan visa sig bli en källa till andra innovativa idéer. Detta bara genom att vidga vyer för möjligheten att faktiskt ta extrema lösningar i beaktande.

Med detta sagt så tror jag alltså inte att *Vertical farming* är, eller kommer att vara hela lösningen på hur vi på ett hållbart sätt producerar vår mat framöver. Däremot är det en vision som kan fungera som en injektion för förändring. Så revolutionär är idén i sin karaktär. Symbolvärdet i visionen är högt och det kan bli viktigt om vi ska kunna närma oss en hållbar utveckling. Om forskning och experiment kring visionen också skulle kunna leda till andra

intressanta möjligheter så har eventuellt investerade pengar inte varit bortkastade. Därmed inte sagt att det är omöjligt att en eller flera fungerande *Vertical farms* kanske står i varje stad i framtiden. Vilken utformning en sådan skulle ha eller vilka nya tekniker den skulle använda sig av kan endast framtiden utvisa.

Även om den vertikala odlingen redan idag hade varit en helt färdigutvecklad och hållbar lösning, hade det ändå inte varit möjligt att trycka på en knapp för en helomvändning. Under en lång tid framöver kommer det traditionella jordbruket att ansvara för vår huvudsakliga matproduktion. Om en övergång till mer urbant odlande inleds, kommer dessa tillvägagångssätt gå som parallella och samspelande processer. Det är därför viktigt att forskningen även fortsätter att fördjupa sig i möjligheten att också styra det traditionella jordbruket i en mer hållbar riktning.

I diskussionen om *Vertical farming* som en symbol för förändring vill jag också poängtera att den fyller en viktig funktion genom att sätta matproblematiken i samband med miljöproblematiken, två angelägna områden för visionen. Det leder in på diskussionen som rör effektivisering gällande fördelning av planetens resurser, samt huruvida svält och fattigdom egentligen är politiska frågor idag, snarare än frågor om matbrist på jorden. När Alexandratos (1995) talar om att matproduktionen inte bara ökar på grund av vår växande befolkning utan även har ökat per capita, väcker det frågetecken. Den ökning på 400 kilokalorier i snitt per person som, enligt Alexandratos ägde rum mellan 1965 och 1995, lär inte haft lika stor hjälp av den svältande delen av världen, till det nya snittvärdet. Om vi på ett annat sätt fördelade världens resurser skulle världssvälten kanske kunna få ett stopp, genom att den överkonsumtion som äger rum i somliga delar av världen jämnas ut med den undernäring som råder i andra. Om en implementering av *Vertical farming* skulle förändra världens orättvisor så hade den varit just den frälsning, och lösning på världens problem, som tidigare nämnts. Det kan dock vara en väl stor uppgift. Frågan om vem eller vilka som skulle tjäna mest på en implementering kommer jag att diskutera i nästa avsnitt. Det kan konstateras att om *Vertical farming* som vision kan bidra till att uppmärksamma sådana frågor så tjänar den ändå ett värde som symbol.

Utbildning av jordbrukare världen över kan vara ett sätt att effektivisera dagens produktion och tillfälligt minska svälten. Skulle man rent av kunna minska andelen brukad åkermark och låta naturen få återta delar av denna, genom att göra traditionell agrikultur effektivare? Säkert, men faktum kvarstår att vi människor fortsätter att öka i antal och med oss antalet magar. Faktum kvarstår också att skadedjur och pester blir mer och mer resistenta vilket resulterar i ett ökat användande av bekämpningsmedel i framtiden. Att effektivisera traditionellt jordbruk tror jag därför är en nödvändig men kortsiktig lösning. Även om dagens globala matproduktion potentiellt hade kunnat mätta alla munnar idag så kommer svältfrågan på sikt att gå ifrån att vara politisk till att också bero av platsbrist. Med platsbrist avser jag brist på odlingsbar jord.

*Vertical farming* är en vision som påstås vara värd en ordentlig chans att lösa problemen. Frågan kvarstår om det är denna vision eller något annat tillvägagångssätt som hjälper oss att ta det slutgiltiga steget mot hållbarhet. Eller kanske är det en kombination av flera tillvägagångssätt, inklusive *Vertical farming*. Jag tror dock att *Vertical farming* kan vara en viktig del, om inte annat för sitt symbolvärde, i ett nytt hållbart tänkande.

### 3.2.2. Vem skulle vinna på en implementering och var börjar det?

För att visionen om *Vertical farming* ska kunna ta ett steg till i utvecklingen mot realisering, och i framtiden bli en del av den hållbara staden är det viktigt att ställa människan och det sociala perspektivet i centrum.

Det sociala perspektivet inbegriper både vår globala population och varje individ. Därför är frågan vem som skulle vinna på en implementering av *Vertical farming* och var denna

hållbarhetssatsning börjar, viktig för visionärerna att ställa sig. För att få genomslag måste den vertikala odlingen framhäva främjandet av människa och miljö som sina viktigaste målsättningar i argumentationen. Den ordningen är betydelsefull. Miljöargumenten har genomslagskraft i den rika världen medan sådana frågor är mer nedprioriterade i de fattigare delarna. Det är inte konstigt då det är svårt att sätta sig in i frågor om växthusgaser när du inte har mat för dagen. Människan i centrum men på ett miljömässigt sätt, är ett budskap som har potential att nå både den rika och den fattiga delen av världen.

Ponera att de Förenta Nationernas framhållande av vikten i en globalt förd politik som syftar till en hållbar och miljömässigt sund utveckling, resulterar i politiska beslut om ännu större ekonomisk satsning i dessa frågor. Ponera samtidigt att högre instanser erkänner urban odling, och inbegripet i detta *Vertical farming*, som en väg att gå. Det är de rika länderna som främst skulle ha möjlighet att ta tag i en sådan satsning men förändringen borde istället börja där det är mest akut. Då den främsta ekologiska vinningen i visionen ligger i ”do no harm” (Despommier, 2009), verkar det logiskt att satsningen skulle inledas i t.ex. områden där regnskog skövlas. Det främsta humanitära argumentet för visionen ligger i att lösa matproblematiken och satsningen borde därför parallellt börja i länder där matbristen är akut. På så sätt skulle satsningen ta sig an de största hoten mot miljön och de människor som är mest illa ute, samtidigt.

Ett sådant tillvägagångssätt skulle representera en form av humanitär aktion och ett hänsynsfullt sätt att agera. Samtidigt skulle alla dra nytta av aktionen i det långa loppet. Om effektiv urban odling skulle kunna ersätta kultivering av skövlade regnskogsområden, samt ge mat åt svältande delar av befolkningen i områden där jordbruket inte ger tillräcklig produktion, skulle vi göra både oss själva och världen en tjänst. Denna typ av frälsning är argument som man kan skönja i *Vertical farming* som vision. Svaret på alla problem och det utopiska tänkandet. Men om vi inte kan samla oss till politiska beslut för jämnt fördelade resurser idag, hur kan det då vara möjligt framöver?

Enligt Sagan (1997) finns som tidigare nämnt ett samband mellan fattigdom och befolkningsökning. Ett sätt att se det är att näst intill alla våra stora miljöproblem på ett eller annat sätt är relaterade till befolkningsökningen, eller i alla fall förstärks av befolkningsökningen. En liten och stabil population hade inte förmått att ställa till så stor skada som vår ständigt ökande population är kapabel till. Detta är en trend som också skulle må bra av att vändas med humanitära insatser. Att bekämpa fattigdom och stoppa krig lär vara de primära uppgifterna att ta sig an för att över huvud taket kunna påbörja en global realisation av en utopi, oavsett vilken.

Som verkligheten ser ut skulle förmodligen vi i västvärlden bli de första att på riktigt få ta del av en potentiell *Vertical farm*. Vinstintresset och det ekonomiska sättet att se på investering och avkastning ger bara utrymme för riktade insatser om finansiering skulle komma från högre beslutsfattande organ.

När det då gäller urban odling så har jag tidigare nämnt att det för visionen om *Vertical farming* borde finnas intresse av att det, samtidigt som experimentella projekt med *Vertical Farms* initieras, flyttas in beprövade tekniker till staden. Ett exempel på sådan teknik är hydroponiska växthus.

Anledningen till detta är vinstfaktorn och för att få finansiärer och skattebetalare intresserade borde stora förluster undvikas inledningsvis. Om de outnyttjade och väl belysta ytor som stadens tak utgör idag, istället började användas för odling, så skulle ett steg i riktning mot en hållbar stad kunna tas. En ekonomisk aspekt som ska poängteras är dock att det förmodligen är stor skillnad i investering mellan att uppföra en stor hydroponisk anläggning och att bygga många små. Därför skulle en idé kunna vara att projekt av detta slaget inleds vid större faciliteter, som förslagsvis sjukhus eller större arbetsplatser, i strävan efter en självförsörjande sjukhus- eller lunchrestaurang. Om sådana pionjärprojekt kan visa upp en vinst, tillsammans med en styrka i hållbarhet, kommer de att dra flera med sig. Både för *Vertical farming* som vision, men också för urbant odlande och inomhusodlande i stort,

hade ett sådant projekt kunnat vara intressant då det skulle initiera ytterligare forskningssatsningar inom området. Alla ytterligare erfarenheter inom den här typen av odling kan vara till gagn för visionen och ett ökat synliggörande av odling skulle också kunna så ett frö till medvetenhet hos stadsbon. Många företag använder redan miljövänliga policys som profilering idag och här tror jag att det finns potential för den här typen av projekt att sälja in sig.

Form är funktion i en eventuell, framtida *Vertical Farm* och i flera typer av urban odling, vilket gör arkitektens, landskapsarkitektens, liksom landskapsplanerarens roller viktiga för optimering och planering av detta nya uppslag till att försörja oss med mat. Om den vertikala odlingen ska inkorporeras i den hållbara staden, innehållande funktioner som t.ex. vattenreningssystem krävs yrkesöverbryggande insatser och ett utbrett samarbete. Många nya yrken och yrkestillfällen skulle kunna skapas vilket också är en intressant vinstaspekt för samhället i det sociala perspektivet.

I diskussionen kring vem som skulle tjäna på en implementering av den aktuella visionen, vill jag också återknyta till den parallell som dragits mellan Ebenezer Howards *Garden City* och Dickson Despommiers *Vertical Farm*. Howard var, som nämnt, ytterst noggrann i sina ekonomiska kalkyler (Hall, 2002) och väl medveten om den ekonomiska faktorn som ett ständigt motargument mot en stor omställning. Därför ingick bland annat i hans plan en minimal insats när det gällde uppköp av mark, då mark utanför städerna på den tiden var mycket billig på grund av en rådande jordbruksdepression. På samma sätt har Despommier kommit till insikt om den kritik hans vision kan komma att möta gällande de stora summor som måste investeras, vid en satsning av det här slaget. Därför är han i sin tur mån om att poängtera hur många överblivna tomter det finns i världens städer och använder på så sätt samma argument som Howard angående billig mark.

De båda visionärerna, åtskiljda av ett drygt århundrade har båda insett att en utopi, hur vacker den än är i sina avsikter och hur stark den än är i sina argument, måste säljas in grundligt för att kunna finna finansiering. Det är även viktigt att den är beredd på kompromisser och redo för att kunna anpassa sig till stadens och samhällets utveckling i övrigt.

### 3.3. Slutsats

Tre faktorer kan hjälpa till att besvara frågan om varför idén om *Vertical farming* uppkommit. Den första är en ökad förståelse för det ohållbara i dagens jordbruk och konsekvenserna detta tillsammans med en ökande befolkning kommer att få i framtiden. Detta tillsammans med en ökad ekologisk insikt och den nu tillgängliga tekniken, ligger till stor del bakom varför visionen tagit form och ser ut som den gör idag.

Visionen *Vertical farming* består av många av de byggstenar som staden skulle kunna behöva för att kalla sig hållbar i framtiden, men flera av dessa behöver utvecklas vidare för att en realisation ska vara möjlig. För att den vertikala odlingen ska lyckas behöver den göras så energineutral som möjligt. Teknologiska genombrott inom avfallshantering, vattenrening och artificiell belysning är essentiella för en ljus framtid för visionen. En tydlig ekonomisk och social plan är också av största vikt för en möjlig realisering.

Om *Vertical farming* kommer att vara en del av den hållbara staden i framtiden, i sin nuvarande konceptuella skepnad, kan ingen veta. Att många av de idéer som visionen sammanför kommer att vara viktiga pusselbitar för en hållbar utveckling finns det dock redan belegg för. Förverkligad eller ej, så är ändå symboliken i den vertikala odlingen kanske det viktigaste med konceptet. Dels för att öppna ögon och åskådliggöra att vi kan vara innovativa om vi vill, och dels för att manifesteras att förändring fortfarande är möjlig.

### 3.4. Avslutande reflektioner

I min avgränsning skriver jag att jag inte ska fördjupa mig i andra typer av urban odling såsom takträdgårdar och *community gardening* eller idéer för effektivisering av odling såsom genmodifiering med flera. Efter att ha studerat *Vertical farming* ingående visade det emellertid sig att det ändå var intressant att ta upp andra alternativa sätt. Vissa av dessa, t.ex. genmodifiering, är kompatibla med *Vertical farming* och andra såsom takodling visade sig vara kritikers svar på hur vi skulle kunna gå tillväga i stället. Detta arbete innehåller dock inte någon fördjupning i dessa parallella visioner.

Mitt tidiga konstaterande om att det i ett senare skede hade varit intressant att låta *Vertical farming* ställas mot andra visioner skulle jag vilja revidera en aning. Ett ännu mer spännande uppslag till fortsatt arbete, exempelvis inom ramen för ett examensarbete är, som diskussionen redan berört, att ställa *Vertical farming* tillsammans med de andra visionerna. Först då tror jag att man på riktigt hade kunnat börja spekulera i en mer heltäckande lösning.



## 4. REFERENSER

### 4.1. Tryckta källor

Alexandratos, N. (1995) *World Agriculture: Toward 2010*. Cichester: John Wiley & Sons Ltd.

Bugbee, B. (1999) Engineering Plants For Space Flight. *Gravitational and Space Biology Bulletin*, 12, sid. 67-74

Despommier, D. & Ellingsen, E. (2008) The Vertical Farm. *CTBUH Journal*, 3, sid. 26-34

Despommier, D. (2009) The RISE of VERTICAL FARMS. *Scientific American*, 301: 5, sid. 80-87.

Conner, D. S. et al. (2009) Consumer demand for local produce at extended season farmers' markets: guiding farmer marketing strategies. *Renewable Agriculture and Food Systems*: 24:4, sid. 251–259

Hall, P. (2002) *Cities of tomorrow: an intellectual history of urban planning and design in the twentieth century*. 3. uppl. Singapore: Markono Print Media Pte Ltd

Heinberg, R. (2010) *What Is a Sustainable City?* Edmonton: The Edmonton Sustainability Papers

Nasi, R. et al. (2002) “*FOREST ECOSYSTEM SERVICES: CAN THEY PAY OUR WAY OUT OF DEFORESTATION?*”. Bogor: CIFOR for the Global Environmental Facility (GEF)

Patel, R. & Davidsson, B. (2003) *Forskningsmetodikens grunder: att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Lund: Studentlitteratur.

Sagan, C. (1997) *Billions and billions*. New York: Random House Inc.

Tilman, D. et al. (2001) Forecasting Agriculturally Driven Global Environmental Change. *Science Magazine*, 292: 4, sid. 281-284

Ullstad, E. (2008) *Hållbar stadsutveckling; En politisk handbok från Sveriges Arkitekter*. Stockholm: Intellecta

Vogel, G. (2008) UPENDING THE TRADITIONAL FARM. *Science Magazine*, 319:7, sid. 52-53

Wadley, G. & Martin, A. (1993) The origins of agriculture ? a biological perspective and a new hypothesis. *Australian Biologist*, 6, sid. 96 – 105

Weber, C. L. & Matthews, H. S. (2008) Food-Miles and the Relative Climate Impacts of Food Choices in the United states. *Science & Technology*, 42:10, sid. 3508-3513

Weisman, A. (2007) *Vad händer med världen utan oss?* Stockholm: Prisma.

## 4.2. Elektroniska källor

Boswyck Farms. Hemsida. [online](okänt årtal) Tillgänglig:  
<http://www.boswyckfarms.org/history> [2011-04-15]

Günther, F. Hemsida. [online](2006) Tillgänglig:  
<http://www.holon.se/folke/projects/openliw/openlev.shtml> [2011-04-15]

Hydrogarden. Hemsida. [online](okänt årtal) Tillgänglig:  
<http://www.hydrogarden.se/odlingsguiden> [2011-04-15]

TIME Magazine. Hemsida. [online] (2009) Tillgänglig:  
[http://www.time.com/time/specials/packages/article/0,28804,1934027\\_1934003\\_1933961,00.html](http://www.time.com/time/specials/packages/article/0,28804,1934027_1934003_1933961,00.html)

UN-documents. Hemsida. [online](1987) Tillgänglig: <http://www.un-documents.net/a42r187.htm> [2011-05-03]

”Aeroponics” (2011). Wikipedia. [online] Tillgänglig:  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Aeroponics> [2011-04-15]

”Biosfär” (2011). Wikipedia. [online] Tillgänglig:  
<http://sv.wikipedia.org/wiki/Biosf%C3%A4r> [2011-05-07]

”Drip irrigation” (2011). Wikipedia. [online] Tillgänglig:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Drip\\_irrigation](http://en.wikipedia.org/wiki/Drip_irrigation)  
[2011-04-15]

Kunzig, R. (2011) Population 7 billion. *National Geographic* [online] Tillgänglig:  
<http://ngm.nationalgeographic.com/2011/01/seven-billion/kunzig-text> [2011-04-23]

Vertical farming, Does it really stack up? (2010) *The Economist* [online] Tillgänglig:  
<http://www.economist.com/node/17647627> [2011-04-25]

## 4.3. Opublicerade källor

Sörensson, F. Univ. lektor, Göteborgs universitet, Institutionen för Cell- och molekylärbiologi. Göteborg. Cell- och molekylärbiologi på distans. Handout 2008